

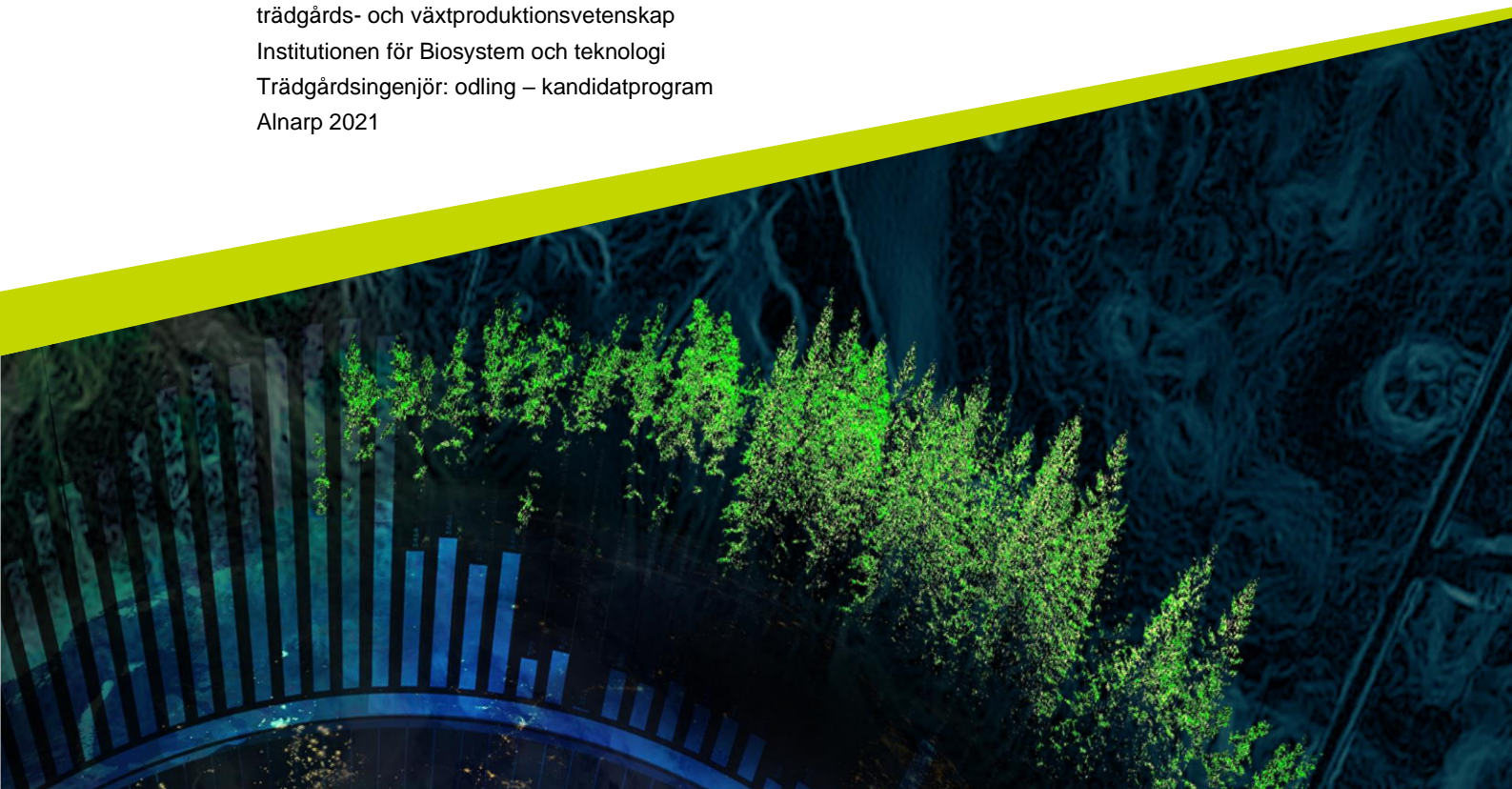


Växtföljdsstrategier för småskalig grönsaksodling

Crop rotation strategies for small-scale vegetable growers

Elin Johnson & Josefine Lundgren

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för landskapsarkitektur,
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för Biosystem och teknologi
Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram
Alnarp 2021



Växtföljdsstrategier för småskalig grönsaksodling

Crop rotation strategies for small-scale vegetable growers

Författare: Elin Johnson & Josefine Lundgren

Handledare: Helene Larsson Jönsson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Lars Mogren, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i Trädgårdsvetenskap

Kurskod: EX0844

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör: odling - kandidatprogram

Kursansvarig inst.: Institutionen för Biosystem och teknologi

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2021

Nyckelord: gröngödsling, stallgödsel, organiska gödselmedel, kväveläckage, ekologisk odling, direktförsäljning

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Sammanfattning

Det övergripande målet med denna studie var att undersöka vilka utmaningar som den småskaliga ekologiska grönsaksodlaren ställs inför och hur en näringseffektiv växtföljd kan planeras med hjälp av organiska gödselmedel. I denna litteraturstudie sammanställde vi forskning som undersökt hur tillämpningen av en varierad växtföljd kan användas som en långsiktig odlingsstrategi i syfte att uppnå en effektiv näringshushållning, hindra uppförökning av skadegörare, minska ogrästrycket och bibehålla markens bördighet i ekologisk grönsaksodling.

Studien har identifierat odling av grüngödslingsgrödor och tillgången på stallgödsel som de vanligaste växtnäringsstrategierna inom ekologiskt jordbruk. Vi utvärderade sedan deras egenskaper, möjligheter och risker i relation till grödrotation. Med dessa organiska gödselmedel kommer fördelar som exempelvis en förbättrad jordstruktur och bibehållen eller ökad markbördighet, men även stora osäkerheter kring näringens växttillgänglighet. För att minska risken för kväveutlakning är det viktigt att ta hänsyn till tidpunkten för spridning av stallgödsel och nedbrukning av grüngödslingsgrödor. Utnyttjandet av fånggrödor spelar också en central roll för att bibehålla näringsämnena i odlingssystemet.

Litteraturstudien har resulterat i två växtföljdsförslag lämpade för småskaliga ekologiska grönsaksföretag med direktförsäljning. Växtföljdsförslagen utgår ifrån samma växtfamiljer men skiljer sig åt när det kommer till odlingsintensitet, diversitet bland avsalugrödor och andel vall och grüngödsling i växtföljden. Orsaken bakom detta var att möta de olika företagens individuella förutsättningar. Växtföljdsförslag 1 utgörs av en 7-årig rotation med varierade grönsaker och stor andel grüngödslingsvall, medan växtföljd 2 består av en 8-årig rotation med lägre andel grüngödsling och en större variation grödor per skifte för intensivare odling.

Nyckelord: grüngödsling, stallgödsel, organiska gödselmedel, kväveläckage, ekologisk odling, direktförsäljning

Abstract

The overall goal of this study was to investigate the challenges faced by the small-scale organic vegetable grower and how a nutrient-efficient crop rotation can be planned with the help of organic fertilizers. In this literature study we compiled research investigating how the application of a varied crop rotation can be used as a long-term cultivation strategy, aiming to achieve efficient management of nutrients, prevent pest behaviour, reduce weed pressure and maintain soil fertility in organic vegetable cultivation.

The study has identified the cultivation of green manure crops and the supply of animal manure as the most common plant nutrition strategies in organic farming. We then evaluated their characteristics, opportunities and risks in the crop rotation. With the organic fertilizer comes benefits such as improved soil structure and maintained or increased soil fertility, but also great uncertainties regarding the availability of plant nutrients. In order to reduce risks of nitrogen leaching, it is important to keep in mind the timing of the spreading of manure and the decomposition and tilling of green manure crops. The utilization of catch crops also played a central role in maintaining the nutrients in the cultivation system.

The literature study has resulted in two crop rotation proposals suitable for small-scale organic vegetable companies with direct sales. The crop rotation proposals are based on the same crop families, but differ when it comes to cultivation intensity, diversity among sales crops and the proportion of grass and green manure in the crop rotation. The reason behind this was to meet the individual conditions of different companies. Crop rotation proposal 1 is created by a 7-year rotation with varied vegetables and a large proportion of green manure crops, whereas crop rotation 2 receives an 8-year rotation with a lower proportion of green manure and a greater variety of crops per shift for intensive cultivation.

Keywords: green manure, animal manure, organic fertilizers, nitrogen leaching, organic farming

Innehållsförteckning

Tabellförteckning.....	7
Figurförteckning	8
Inledning.....	9
1.1. Syfte	10
1.2. Frågeställningar	11
1.3. Avgränsningar & definitioner	11
2. Metod.....	12
3. Resultat	13
3.1. Det småskaliga ekologiska grönsaksföretagets förutsättningar.....	13
3.1.1. Mekaniseringsgrad och arbetsbehov	13
3.1.2. Avkastning och försäljningskanaler.....	13
3.1.3. Näringshushållning, lagar och principer.....	14
3.2. Växtföljd	15
3.2.1. Jordstruktur och multhalt	16
3.2.2. Växtnäring.....	18
3.2.3. Växtskydd	21
3.2.4. Ogräs	23
3.3. Organiska växtnäringskällor.....	24
3.3.1. Vad är ett organiskt gödselmedel?.....	24
3.3.2. I vilken form finns näringen och hur blir den tillgänglig för växten?	25
3.3.3. Hur bör ekologiska odlare tänka kring tillförsel av organiska gödselmedel?	26
3.3.4. Stallgödsel	28
3.3.5. Gröngödsling	29
3.4. Kväveförluster i ekologisk växtföljd	32
3.4.1. Utlakning kväve	33
3.4.2. Ammoniakavgång & dentrifikation	34
3.5. Växtfamiljerna	35
3.5.1. Brassicaceae	35
3.5.2. Cucurbitaceae	36
3.5.3. Liliaceae	37
3.5.4. Apiaceae.....	38

3.5.5.	Asteraceae	38
3.5.6.	Chenopodiaceae	39
3.5.7.	Solanaceae.....	40
3.5.8.	Fabaceae.....	40
3.5.9.	Poaceae	41
3.6.	Växtföljdsförslag	42
3.6.1.	Växtföljdsförslag 1	43
3.6.2.	Växtföljdsförslag 2	45
4.	Diskussion & slutsats	48
	Referenser.....	52

Tabellförteckning

Tabell 1. Fördelning av kväveupptaget hos några grönsaksgrödor. Grödorna är listade i alfabetisk ordning. Källa: Omarbetning av material från Båth 2015.	19
Tabell 2. Bortförsel av näring med avsaluskörden samt mängden näring i skörderesterna. Källa: Omarbetning av material från Båth 2015.	20
Tabell 3. Balansen mellan kväve, fosfor och kalium i olika typer av gödsel. Näringsbehovet är ett genomsnitt för frilandsgrönsaker. Avrundade värden, värden under 1 markeras med -. Källa: Omarbetning av material från Båth 2015	27

Figurförteckning

Figur 1. Schema för val av nedbrukningstidpunkt av grüngödslinggrödor. Källa: Omarbetning av material från Öberg 2016.....	32
Figur 2. Växtföljd 1	42
Figur 3. Växtföljd 2	43

Inledning

Både i Sverige och globalt har ett ökat intresse för lokalproducerad mat uppmärksamats. Konsumenten har blivit mer medveten om sin konsumtion och vill av olika anledningar veta var, hur, och av vem som maten producerats (Wretling Clarin 2010). Med det ökande intresset för att köpa och sälja grönsaker lokalt har det startats upp en mängd nya försäljningskanaler som baserar sig på direktförsäljning till konsumenter, som exempelvis REKO-ringar. Sveriges första REKO-ring startades upp 2016, och sedan dess har antalet snabbt stigit till över 200 runt om i landet (Hushållningssällskapet u.å). Det har även skett en ökning av småskaliga trädgårdsföretag i Sverige. Från 2002–2014 har andelen företag som odlar på arealer mindre än 0,5 hektar ökat från 9 % till 20 % av det totala antalet företag som odlar trädgårdsgrödor på friland (Jordbruksverket 2017).

Regeringen satte 2017 upp mål om att den ekologiska produktionen i Sverige ska uppta 30 % av Sveriges jordbruksmark innan 2030. Detta med anledning av att den ekologiska produktionen bidrar till att uppnå många av de svenska miljömålen. Den ekologiska odlingens varierade växtföljder och begränsade användning av växtskyddsmedel och mineralgödselmedel bidrar exempelvis till att uppnå målen om ett rikt odlingslandskap, ett rikt växt- och djurliv, en giftfri miljö, grundvatten av god kvalitet och begränsad klimatpåverkan (Jordbruksverket 2021; Sveriges miljömål u.å). Bristande tillgång på godkända växtskyddsmedel och lättlösliga gödselprodukter inom ekologisk odling ökar kraven på mer långsiktiga odlingsstrategier (Nilsson 2007). Att lägga upp sin odling i en genomtänkt växtföljd kan resultera i god växtnärbalans, konkurrensfördelar mot ogräs och reduktion av jordburna sjukdomar. En varierad växtföljd tenderar dessutom att öka avkastningen, oavsett odlingssystem, jämfört med monokulturer (Fogelfors 2015; Rölin 2015a; Mohler & Johnson 2020).

Inom den ekologiska odlingen behöver odlaren till stor del förlita sig på växtnäring från organiska gödselmedel och gröngödslingsgrödor i växtföljden (Nilsson 2007; Båth 2015; Andersson et al. 2020). Information om näringsinnehåll och tidpunkten för frigörelse av näring är problematisk att hitta för specifika stallgödsel eller gröngödslingsblandningar (Delin & Engström 2010; Jouzi et al. 2017). För grönsaksodlaren är den stora utmaningen att anpassa tillförseln av organiska gödselmedel för att se till att grödornas stora kväve- och kaliumbehov tillgodoses utan att fosforöverskottet blir för stort (Båth 2015). Kirchmann et al. (2008) påpekar även att de är svårt att jämföra de organiska växtnäringsskällornas positiva effekter på markbördighet med den näringsprecision som går att applicera i konventionella odlingar med mineralgödselmedel.

Odling av gröngödslingsgrödor har många fördelar i växtföljden (Ögren 2016), men när det kommer till de riktigt småskaliga odlingarna är det inte självklart att det finns möjlighet att avvara hela skiften till gröngödsling. I långa grönsaksväxtföljder med många avsalugrödor kan det vara svårt att få in ytterligare skiften med gröngödslingsgrödor. Vid odling av många kulturer på små arealer kan det även kännas kostsamt att avvara skiften till en gröda som inte ger någon direkt inkomst i form av skörd (Fortier 2014; Båth 2015).

Av den odlade arealen i Sveriges står odlingen av köksväxter procentuellt för en väldigt liten del medan lantbruksgrödor odlas i mycket större omfattning (Jordbruksverket 2020a). Detta avspeglas tydligt i befintlig litteratur vilket gör det svårt för grönsaksodlare som önskar vägledning i sin växtföljdsplanering.

1.1. Syfte

Syftet med litteraturstudien är att ta fram ett underlag som kan understödja småskaliga ekologiska grönsaksodlare vid planering av växtföljder med flera avsalugrödor och ett effektivt näringsutnyttjande. Tanken är inte att tillhandahålla en lista med regler utan avser att ge ett aktuellt faktaunderlag över de faktorer som är inblandade i beslutsprocessen. Med växtföljdsförslagen som presenteras vill vi

visa på resonemang kring val av grödor, växtnäringsskällor, samt hur man kan motverka näringsförluster i den småskaliga ekologiska grönsaksodlingen.

1.2. Frågeställningar

Hur kan en växtföljd med hjälp av organiska gödselmedel planeras för att bibehålla en närings effektiv produktion i en småskalig ekologisk grönsaksodling?

Vilka utmaningar finns det vid planeringen av växtföljder i en småskalig ekologisk grönsaksproduktion?

1.3. Avgränsningar & definitioner

Litteraturstudien behandlar ämnet växtföljd från den småskaliga, ekologiska grönsaksodlarens perspektiv. De förslag på växtföljder som tagits fram är därmed anpassade för den utvalda typen av odlingsföretag, men kan även intressera företag på annan skala. Specifika odlingsåtgärder för respektive kultur så som bevattning, markarbete, ogrärensning, växtskyddsstrategier och skördemetoder kommer inte att beskrivas i arbetet. Nämda åtgärder kommer endast beskrivas i relation till förfruktsvärdets betydelse för planeringen av en växtföljd. Fördjupningen om växtnäring, förluster och organiska gödselmedel fokuseras på kväve. Gröngödsling och tillförsel av stallgödsel har valts ut som de huvudsakliga näringskällorna i den ekologiska odlingen, och rekommendationer för gödsling är avgränsade till att näringstillförseln endast sker via dessa. Direktiven för gödsling kommer inte att innefatta några exakta givor, utan endast peka på under vilka förutsättningar det är lämpligt att tillföra stallgödsel eller odla en gröngödslingsgröda.

2. Metod

För att kunna besvara ovan nämnda frågeställningar har en litteraturstudie på ämnet utförts. Inhämtade fakta kommer bland annat från vetenskapliga artiklar, faktarapporter, statistikrapporter, forskningssammanställningar, kurslitteratur samt övrig litteratur från SLU-biblioteket i Alnarp. En stor del av fakta är inhämtad via internet, där sökmotorer som Primo, Google Scholar och Web of Science använts.

3. Resultat

3.1. Det småskaliga ekologiska grönsaksföretagets förutsättningar

3.1.1. Mekaniseringsgrad och arbetsbehov

De ekologiska grönsaksodlingarna är ofta förhållandevis små och många av dem odlar ett brett utbud av grönsaker som de sedan säljer lokalt (Ascard et al 2020). Med en liten odlingsyta och stor variation av avsalugrödor lönar det sig inte alltid att investera i specialiserade maskiner (Ascard & Björkholm 2014). En låg mekaniseringsgrad medför ett större arbetsbehov (Ascard et al 2020) men också ett lägre behov av stora grundinvesteringar vid uppstart (Fortier 2014). Inom småskalig odling utförs de flesta arbetsuppgifter för hand eller med enkla redskap. Arbetsuppgifter som exempelvis ogräsrensning tar mycket längre tid att utföra för hand än maskinellt (Ascard & Björkholm 2014). En fördel med att endast använda sig av handredskap är att radavstånden i odlingen inte behöver anpassas efter maskiner, och att odlingen därmed kan ske mer yteffektivt (Fortier 2014). För att de mindre grönsaksodlingarna ska uppnå bättre konkurrenskraft finns ett behov av bra teknik som sparar tid och förbättrar arbetsmiljön (Ascard & Björkholm 2014).

3.1.2. Avkastning och försäljningskanaler

I en studie av De Ponti et al. (2012) analyserades data från 362 olika studier som jämfört olika gröders skördeavkastning under ekologisk samt konventionell odling. Resultaten visade att skördeavkastningen i ekologisk odling i snitt uppgår till ca 80

% av avkastningen i konventionell odling. Jouzi et al. (2017) identifierar den lägre avkastningen i ekologisk odling som en av de negativa förutsättningarna med att odla enligt ekologiska principer. Att skördeutbyte per hektar tenderar att vara lägre i ekologisk odling kan bero på att kemiska växtskyddsmedel och syntetiskt framställda mineralgödsel inte är godkända för användning inom den ekologiska odlingen (SCB 2019). För att kompensera den lägre avkastningen kan ekologiska odlare ofta ta ut ett högre pris för sina produkter (Fortier 2014). Det högre priset kan tas ut delvis tack vare certifieringen, men också för att småskaliga grönsaksodlare i regel använder sig av andra försäljningskanaler än de stora, konventionella odlarna. Småskaliga odlare använder sig ofta av direktförsäljning till konsument, exempelvis i gårdsbutik eller på marknader (Wretling Clarin 2010; Fogelfors 2015; Ascard et al. 2020). Att sälja direkt till konsument medför att odlaren inte behöver dela sina inkomster med grossister och leverantörer som annars hade gjort anspråk på en viss andel av försäljningspriset på produkterna (Fortier 2014).

3.1.3. Näringshushållning, lagar och principer

För att driva en ekologisk certifierad odling behöver odlaren ständigt hålla sig uppdaterad gällande lagar och regler. Regelverken gällande produktion av ekologiska råvaror är i dagsläget upplagt som en kompromiss mellan grundprinciperna för ekologisk odling, dagens kunskapsläge samt vad som är praktiskt genomförbart (Båth 2015). En av de viktigaste principerna bygger på att odlaren genom en varierad växtföljd upprätthåller eller gynnar markbördighet och biologisk mångfald. Detta uppnås bland annat genom odling av gröngödslingsgrödor, trindsäd och vall med stor andel baljväxter. Andra metoder som vanligen används för att främja markens bördighet inom ekologisk odling är att bruka ned växtmaterial, odla växtslag med djupgående rötter och att utnyttja organiska näringsresurser i form av stallgödsel eller andra biprodukter i närområdet (Andersson et al. 2020).

Ekologiska odlare använder sig främst utav organiska gödselmedel eftersom många oorganiska gödselmedel baseras på ändliga resurser och därmed exkluderas från listan över tillåtna gödselmedel (Båth 2015). Tillförda organiska gödselmedel bör i så stor uträkning som möjligt härstamma från ekologisk produktion, med undantag för att vissa biprodukter från konventionell produktion kan godkännas om de uppfyller särskilda krav (Andersson et al. 2020). Enligt branschens tolkning av EU:s riktlinjer för ekologisk produktion så måste dessutom den ekologiska gårdens avfall föras tillbaka till ett ekologiskt fält (LRF 2019). Ifall odlaren är certifierad enligt KRAV:s regelverk finns ytterligare bestämmelser om hur den certifierade arealen får disponeras. Exempelvis så måste växtföljden innehålla baljväxter, där minst 20 % av huvudgrödorna på varje skifte ska utgöras av gröngödsling eller vall (KRAV 2021).

3.2. Växtföljd

Många köksväxter tenderar att vid ensidig odling ge lägre avkastning vilket kan relateras till en uppförökning av jordburna sjukdomar, ökad förekomst av ogräs och brist på eller överskott av näring. För att förebygga dessa problem bör en varierad växtföljd tillämpas, vilket innebär att man årligen roterar grödorna inom samma botaniska familj mellan ett antal olika fält (Rölin 2003a). Målet med växtföljden är att få till ett bra växlingssystem där odlaren uppnår en lönsam kvantitet och kvalitet på grödorna, motverkar stationära skadegörare och ogräs, samt gynnar markens bördighet (Roempke 2004; Mohler & Johnson 2020).

Trots många fördelar med att rotera grödor och undvika ensidiga växtföljder innebär det betydande organisatoriska utmaningar. På diversifierade grönsaksodlingar, samt blandade grönsaks- och spannmålsodlingar är antalet odlade grödor och växtfamiljer ofta väldigt omfattande för att kunna tillfredsställa försäljningskanalerna (Roempke 2004). Teoretiskt sett innebär detta att det finns ett stort antal potentiella växtföljder att välja på, men i praktiken försvåras planeringen av grödornas artegna krav och faktumet att en del grödor av marknadsskäl odlas på större arealer än andra (Mohler & Johnson 2020). Då variation i jordart,

odlingshistoria och produktionsintensitet även kan förekomma inom företagets arealer krävs det i regel flertalet växtföljder för att motsvara produktionskraven och odlingsförutsättningarna (Rölin 2003a).

För att bibehålla odlingssäkerheten i växtföljden krävs det en variation mellan arter, botaniska familjer, samt vår- och höstsådda grödor. Det bör även finnas en balans mellan närande (kvävefixerande) och tärande (kväveförbrukande) grödor, där tärande grödor endast bör följa varandra under 2 år för att undvika näringsbrist (Björkholm 2016). Växtföljden planeras utifrån grödornas förfruktsvärde vilket avser den enskilda grödans inverkan på den efterkommande kulturen. Valet av förfrukt (förfruktsvärdet) styrs av en samverkan mellan de effekter som grödan har på jordstruktur, mullhalt, tillgången på växtnäring samt växtföljdssjukdomar, skadedjur och ogräs (Fogelfors 2015).

3.2.1. Jordstruktur och mullhalt

Avgörande för planering av växtföljden är att förstå jordens ursprung och relationen mellan grödornas krav och jordens egenskaper. Dessa egenskaper bestämmer i sin tur jordens förmåga att förse växterna med vatten, näringsämnen och en lämplig gasformig miljö för rotsystemet (Evert & Eichhorn 2013).

För att upprätthålla en god markstruktur är det viktigt att gör rätt avvägning mellan strukturuppbyggande och strukturnedbrytande grödor i växtföljden (Granstedt & Johansson 2003). En gynnsam gröda för markstrukturen innebär att den håller marken upptorkad under större delen av året, ställer låga krav på körning av tunga maskiner, framförallt under våta förhållanden, samt bör lämna efter sig stora mängder rötter och skörderester (Granstedt & Johansson 2003). Valet av olika djupt rotade grödor har en omfattande påverkan på jordstruktur och mullhalt (Fogelfors 2015). Resultatet av kraftiga djupgående rötter blir kvarstående rotkanaler och mullbildning, vilket ökar rörelsen av syre och vatten i marken och underlättar för den efterföljande grödan att etablera sina rötter på djupet (Granstedt & Johansson 2003; Fogelfors 2015; Ögren 2016). Då flertalet grönsakskulturer har grunda

rotsystem och lågt näringsutnyttjande blir struktureffekten av grüngödslingsgrödor i växtföljden vital (Båth 2015). Grödor med fibrösa rotsystem likt en gräsvall, bidrar genom sina kvarlämnade rotrester till att upprätthålla en god struktur under flera år (Fogelfors 2015). Det organiska materialet stimulerar även marklivet vilket också har betydelse för markens struktur (Hansson 2004).

Lerjord

Lera kan delas in i lättlera, mellanlera och styv lera och är en finkornig jordart där över 15 % av vikten består av kornggruppen ler (partiklar med $\varnothing < 0,002$ mm). Lerjordarnas egenskaper präglas hårt av halten ler och tenderar både att vara tunga, kompakta och svårbearbetade (Eriksson et al. 2015). I vått tillstånd blir jorden packningskänslig vilket riskerar att leda till både vattensjuka och syrebrist (Ögren 2007). Vid torra förhållanden tenderar jordarna istället att bli hårda, krympa och ge upphov till sprickor. Sprickorna är dock vitala för luftningen av marken och rötternas utbredning (Eriksson et al. 2015). Trots detta är lerjordar näringsrika och fuktighetsbevarande vilket gör dem till lämpliga odlingsjordar trots sina strukturella utmaningar (Weibulls u.å). Genom att öka mullhalten och tillföra organiskt material som kompost eller grovt material i form av torv, halm och vass, kan man öka mängden luft i marken (Ögren 2007). Detta är oftast nödvändig för att växter ska kunna rota sig och få en god tillväxt (Eriksson et al. 2015).

Sandjord

En sandjord har stora partiklar ($\varnothing 0,2-2$ mm), är torr, lättarbetad och genomsläpplig (Eriksson et al. 2015). Tack vare sin porositet blir jorden varm tidigt på våren och underlättar spridningen av växtrötter, vilket gör att exempelvis rotfrukter trivs bra på dessa jordar (Israelsson 2018). Sandjord är en mer lättbrukad jord än lerjorden, men betydligt näringsfattigare och löper stor risk för utlakning. På grund av att jordarten är så genomsläpplig och självdränerande är den också torkkänslig (Eriksson et al. 2015). För att komma runt problemen med sandjorden bör man jordförbättra med material som kan öka jordens närings- och vattenhållande förmåga. Komposterad stallgödsel, grov torv och trädgårdskompost är lämpliga strukturförbättrande material (Ögren 2007).

3.2.2. Växtnäring

Växtnäringsämnen kan förekomma i många olika former i marken, men endast en liten del av näringen är växttillgänglig. Detta beror på att näringen kan vara olika hårt bunden i antingen organiska eller oorganiska föreningar, vilket gör att växttillgängligheten varierar. Främst är det näringen som finns löst i marklösningen som kan utnyttjas av växterna och hur mycket av näringen som frigörs i markvätskan står i relation till jordart och multhalt (Båth 2008).

För varje näringsämne finns det ett ramverk i form av ett lägsta och högsta tröskelvärde som vid obalans eller överträdelse kan ge upphov till antingen bristsymptom eller giftverkan i både grödorna och jordprofilen (Eriksson et al. 2015). Vid planering av en växtföljd är det därför viktigt att inte bara se till var och när det största näringsbehovet hos kulturerna finns utan även när risken för växtnäringsläckage är som störst (Rölin 2015a).

Behovet av växtnäring kan variera kraftigt mellan arter och säsong, vilket ställer krav på föregående grödas egenskaper och förfruktsvärde (Båth 2015). I ekologiska växtföljder fordras ett effektivt utnyttjande av kväve eftersom det ofta råder brist (Roempke 2004). De mest kvävekrävande grödorna alternativt de mest ekonomiskt givande placeras därför med fördel efter grödor med högt förfruktsvärde. Exempel på krävande grödor är kålväxter, rotselleri och purjolök. Grödor som lök och palsternacka, med lägre kvävebehov, kan istället placeras efter grödor med lägre förfruktsvärde (Rölin 2015a). Ett annat viktigt ställningstagande vid placeringen i växtföljden är grödornas kulturtid och näringsbehovet i tid under säsongen. Tabell 1 visar fördelningen av kväveupptaget i tiden hos några grönsaksgrödor. På grund av att många grönsaksgrödor skördas när de fortfarande är i tillväxt medför det att de har ett stort näringsbehov ända fram till skörd. Korta kulturer likt sallad, färskpotatis och tidig lök ställer också krav på växtföljden då de tidiga skördarna frigör näring som med höstens regn kan leda till näringsläckage (Båth 2015).

Tabell 1. Fördelning av kväveupptaget hos några grönsaksgrödor. Grödorna är listade i alfabetisk ordning. Källa: Omarbetning av material från Båth 2015.

	N-upptag i % av totalt upptag efter olika tidsperioder av kulturtiden.		
	20%	50%	80%
Blomkål	5	48	93
Broccoli	4	41	89
Dill	2	25	69
Frilandsgurka	9	56	91
Huvudsallat	1	20	90
Isbergssallat	1	17	75
Kepalök	0	23	73
Morot	1	16	83
Persilja	7	47	81
Purjolök	2	16	58
Spenat	1	11	48
Vitkål	4	36	85

Många vanliga grönsakskulturer lämnar efter sig stora mängder skörderester där stora delar av växtens totala näringsinnehåll återfinns (Båth 2015). I tabell 2 redovisas bortförsel av näring med avsaluskörd samt mängden näring i skörderesterna för några vanliga grönsaksgrödor. Vid nedbrukning av skörderester återförs stora delar av växtnäringen direkt till fältet (Andersson et al. 2020). Odlas en kväverik gröngödslinggröda som förfrukt blir kravet på ytterligare kvävegödsling väldigt litet då kväve redan finns tillgängligt i marken. Är förutsättningen istället att förfruktens skörderester innehåller en stor kvot kol i förhållande till kväve (C/N-kvot) så kan det resultera i att kvävet binds upp i det kolrika materialet innan det frigörs till marken och växterna i fältet (Delin & Engström 2014). Lättsättbara skörderester kan lätt lakas ut om det inte finns någon växande gröda som tillgodosör sig näringen (Båth 2015).

Tabell 2. Bortförsel av näring med avsaluskörden samt mängden näring i skörderesterna. Källa: Omarbetning av material från Båth 2015.

	Växtnäring i avsaluskörd, kg per 10 ton			Växtnäring i skörderester, kg per 10 ton avsaluskörd			Andel skörderesters vikt i %
	N	P	K	N	P	K	
Blomkål	30	3	30	50	7	50	55
Bönor	40	5	40	58	5	58	57
Frilandsgurka	10	2	15	22	4	45	43
Grönkål	50	6	40	12	2	20	25
Huvudsallat	30	5	60	17	2	26	30
Isbergssallat	16	2	22	9	-	-	30
Kepalök	20	4	30	19	1	17	25
Kålrot	25	4	25	16	2	16	29
Morot	15	3	30	12	2	25	29
Palsternacka	37	9	49	-	-	-	-
Potatis	25	6	50	27	3	27	40
Purjolök	20	4	28	12	3	20	38
Rödbeta	28	5	38	9	3	19	27
Vitkål	25	4	25	25	4	27	40

Mykorrhiza är ett symbiotiskt samspel mellan växtrötter och svampmycel, där de underjordiska svamptrådarna understödjer växtens upptag av vatten och näring i utbyte mot organiska föreningar och kolhydrater (Båth 2015). Ett sekundärt rotsystem av hyfer bidrar till effektiv näringstransport från jordens djupare lager och underlättar framförallt upptaget av fosfor som ofta är en bristvara hos växter (Israelsson 2018). Svampen kan även stärka växtens försvar mot parasitangrepp genom att skänka växten ett tillskott av antibiotika (Båth 2015) samt göra växten mer motståndskraftig mot torka. Även jordstrukturen påverkas positivt av symbiosen då jorden blir mer porös. Samspelet kan uppstå med alla slags köksväxter, med undantag för spenat, rödbetor, mangold och kålväxter (Fogelfors 2015) och bör därför övervägas vid nämnda grödors placering i växtföljden. Mykorrhiza kan ses som en ekosystemtjänst och gynnas av att man gödslar med måtta och undviker kemiska bekämpningsmedel och konstgödsel. Skadas nätverket av rottrådar kan det ta ett par månader att återskapa, vilket innebär att grödorna förlorar en viktig näringsstrategi under kulturtiden (Israelsson 2020).

3.2.3. Växtskydd

Alla åtgärder som görs med syftet att skydda våra odlade växter från olika typer av skador betecknas som växtskydd. Växtskyddet delas ofta in i förebyggande och bekämpande åtgärder (Nilsson 2014). Inom EU är alla som odlar professionellt eller använder sig av växtskyddsmedel skyldiga att odla enligt principerna för Integrerat Växtskydd (IPM) (Mellqvist 2019). Inom den ekologiska odlingen är de godkända växtskyddsmedlen väldigt begränsade, och att tillämpa en välplanerad och varierad växtföljd är därför ännu viktigare än inom den konventionella odlingen (Nilsson 2007). En av de fyra grundpelarna i IPM är att ta till förebyggande åtgärder för att hindra växtskyddsproblematik som exempelvis skadegörare och ogräs. Med förebyggande åtgärder åsyftas alla medvetna val och odlingsåtgärder som sätts in från start för att de odlade växterna ska få så goda växtbetingelser som möjligt. Att planera för en varierad växtföljd med motståndskraftiga sorter är en viktig del bland de förebyggande åtgärderna (Mellqvist 2019). Ett annat exempel på en förebyggande åtgärd kan vara att hålla en god näringsbalans i marken. En växt som lider av näringsbrist eller övergödning kan ta skada av själva obalansen i växtnäring och blir dessutom mer mottaglig för angrepp av patogener (Nilsson et al. 2015).

Fogelfors (2015) menar på att det finns ett nära samband mellan förekomst av växtskadegörare och grödans avkastning och enligt Rölin (2015a) är en välplanerad växtföljd en av de viktigaste åtgärderna för att minska risken för växtskyddsproblem. En växtföljdssjukdom kan leva vidare i fält en längre tid efter en odlad kultur. Vissa skadedjur och patogener överlever endast på infekterade skörderester medan andra är jordburna och frilevande i marken (Mellqvist 2019). För att få grundläggande förståelse för en skadegörare är det första steget ofta att ta reda på hur dess livscykel ser ut. Många insekter och svampar har komplicerade livscykler med många olika stadier. Skadegörarens utseende och egenskaper kan variera stort beroende på vilket stadie den är i. Det är oftast bara i ett eller ett fåtal av stadierna som skadegöraren faktiskt gör skada på växten (Rölin 2015a). För att veta om växtföljden är relevant för en särskild patogen kan odlaren fundera över om patogenen är stationär, om ny infektion kan ske genom infekterade växtrester

eller om smittan kan överleva tillräckligt länge för att överföras från en kultur till en annan (Fogelfors 2015).

Att gruppera in odlingen enligt växtfamilj är som tidigare nämnt en god idé för flera av växtföljdens aspekter. När det kommer till växtskydd så tenderar många sjukdomar och skadedjur att angripa flertalet värdväxter inom en och samma växtfamilj (Nilsson et al. 2015). Värdväxtspecifika sjukdomar och populationer av skadedjur kan tryckas ned genom att tillämpa en växtföljd med ett tillräckligt långt uppehåll mellan deras värdväxter. Ett flera år långt uppehåll av en växtfamilj medför att skörderester hinner förmultna och att vilosporer dör. Skadegöraren får därmed inget att livnära sig på och dör tillslut. Hur lång tid som behöver passera innan samma gröda kan återkomma i växtföljden varierar med växtfamilj och skadegörare (Rölin 2015a). En generell rekommendation för grönsaksväxtföljder är att de bör vara minst 6, men gärna 8 år för att vara effektiva ur växtskyddssynpunkt. Hur lång kulturtid varje enskild gröda har kan också påverka huruvida skadegörare hinner uppföras i växtföljden då vissa skadegörare endast uppföras vid lång kulturtid, som exempelvis potatiscystnematoden (*Globodera sp.*) (Rölin 2015a).

Nematoder är mikroskopiskt små rundmaskar som lever i marken (Nilsson 2014). På senare tid har en ökande problematik kring nematodskador uppmärksammats i växtföljder med grönsaker. Nematoderna orsakar främst skador på växtens rötter (Rölin 2015a). Rotgallnematoden *Meloidogyne hapla* kan angripa ett stort antal grönsaksväxter på friland. Morot, ärtor, potatis och lök för att nämna några. Rotgallnematoden har dessutom de vanligt förekommande grüngödslingsgrödorna lusern och vitklöver som värdväxter (Ögren & Jonsson 2015). Om de odlade grönsakerna har för avsikt att lagras är det extra viktigt att vara medveten om eventuella svampsjukdomar i växtföljden (Rölin 2015a). Bomullsmögel är ett exempel på en svampsjukdom med många värdväxter. Vid ett uppmärksammat angrepp bör angripna plantor och växtrester avlägsnas från fältet. Det kan ibland också bli nödvändigt att göra förändringar i växtföljden (Ögren & Jonsson 2015).

3.2.4. Ogräs

Vilket odlingssystem som tillämpas är avgörande för hur ogräsfloran kommer att se ut på fältet (Dock Gustavsson 2003; Andersson 2020). Ogräs trivs i regel i fält med grödor som har liknande tillväxtkrav som de själva (Rölin 2003a). Ensidig odling av ettåriga kulturer medför att ettåriga ogräs med liknande tillväxtkrav får möjlighet att etableras på fältet (Dock Gustavsson 2003). Det kan därför ur ogrässynpunkt vara fördelaktigt att variera mellan annuella och perenna i sin växtföljd (Dock Gustavsson 2003; Heimer 2009; Rölin 2015a). I en grönsaksrotation kan det vara möjligt att så in en tvåårig grüngödslingsvall för att få ett avbrott bland de annuella kulturerna. För att motverka ogräs bör vallen slås före blomning (Ascard 2003).

Konkurrens om vatten, ljus, växtnäring, syre och koldioxid pågår ständigt mellan närliggande individer i fältet både inom arten och mellan arter (Heimer 2009; Fogelfors 2015). Konkurrenssituationen förändras när tillgången på tillväxtfaktorerna skiftar och de odlade växterna har i sin tur olika stark konkurrenskraft mot ogräs (Heimer 2009). Kepalök (*Allium cepa*) är ett exempel på en gröda som är väldigt känslig för ogräskonkurrens. En sådan gröda bör alltid placeras efter en gröda i växtföljden med god förmåga att utkonkurrera ogräs för att öka chanserna för goda etableringsmöjligheter från start. Kulturer med snabb tillväxt i tidiga stadier eller med stora ovanjordiska delar, som exempelvis squash konkurrerar väl mot ogräs. Fortsatt ogräsbekämpning är fortfarande viktigt hos grödor med låg konkurrenskraft mot ogräs (Rölin 2015a; Ögren & Jonsson 2015).

Nästan samtliga av de mest frekvent odlade frilandsgroönsakerna odlas i rader (Ögren & Jonsson 2015). Radodling medför luckor med obevuxen mark som ogräset lätt kan ta över. Ogräs i radodling bekämpas vanligen med radrensning eller radhackning. För de radodlade grönsakerna utgörs det största hotet av ogräs inne i raden snarare än mellan raderna. Ogräs som växer mitt i raden har stor konkurrenskraft mot kulturväxten, speciellt i tidiga utvecklingsstadier (Heimer 2009). Det är fördelaktigt att variera växtföljden mellan radodlade och bredsådda

grödor likt vall eller grüngödslingsgrödor för att trycka ned populationer av ogräs (Rölin 2003a).

Många växtföljdssjukdomar tenderar att uppföras även i ogräs som tillhör samma växtfamilj som dess värdväxt. Eftersom många av de vanligaste ogräsen tillhör samma växtfamiljer som de vanligaste trädgårdsgrödorna gör detta ogräsbekämpningen ytterst viktig ur växtskyddssynpunkt. Exempelvis uppföras klumprotsjuka inte bara på de odlade kålväxterna av *Brassica oleraceae*, utan även på de korsblommiga ogräsen som exempelvis lomme, *Capsella bursa-pastoris* (Rölin 2015a). Vilka bekämpningsstrategier som lämpar sig bäst beror på vilka ogräsarter som finns i fälten, om det är rot- eller fröogräs samt vilka odlingssystem som tillämpas. Även maskintillgången styr valet av bekämpningsmetod (Heimer 2009). Fleråriga rotoogräs kan orsaka stora problem i odlingen. Förebyggande åtgärder som kan minska uppkomst av rotoogräs är bland annat sortval, växtföljd, fånggrödor och att ogräsbekämpa även utanför odlingsbäddarna (Rahbek Pedersen & Dock Gustavsson 2007).

3.3. Organiska växtnäringskällor

3.3.1. Vad är ett organiskt gödselmedel?

Organiska gödselmedel är ett samlingsnamn för stallgödsel, slam och växtrester som återförs till fältet (Hammar 1999). En definition på organiska gödselmedel är enligt Båth (2008) en produkt som härstammar från växter eller djur och som innehåller grundämnet kol (C). Exempel på produkter som räknas som organiska gödselmedel är stallgödsel, grüngödsling, växtrester, skörderester, kompost, pelleterat ekogödsel, slam och rötter (Delin & Engström 2014). De vanligast förekommande växtnäringskällorna inom odling av ekologiska frilandsgroönaker är tillförsel av stallgödsel från olika djurslag och odling av grüngödslingsgrödor (Båth 2015).

3.3.2. I vilken form finns näringen och hur blir den tillgänglig för växten?

En gemensam nämnare för de organiska gödselmedlen är att det oftast bara är delar av växtnäringsinnehållet som är direkt tillgängligt för växten medan stora delar finns bundet i organiska föreningar (Hammar 1999). Produkter som inte komposterats eller genomgått rötning som exempelvis en nyskördad grüngödsling, innehåller i princip bara näring i form av organiska föreningar. Stallgödsel, slam och kompost innehåller förutom organiskt bunden växtnäring även oorganiska föreningar, som exempelvis ammonium (Delin & Engström 2014). För att det organiska kvävet ska kunna tas upp av växten behöver det genomgå en mineralisering med hjälp av markorganismer (Delin & Engström 2010). Mineraliseringen påbörjas ofta redan innan det organiska gödselmedlet sprids ut på fältet (Hammar 1999). Detta sker naturligt då organiskt material bryts ned exempelvis i magen på ett djur, vid rötning eller kompostering (Delin & Engström 2014). Nedbrytningen av gödselmedlet fortsätter sedan i marken (Hammar 1999). Nedbrytningshastigheten varierar kraftigt från ett gödselmedel till ett annat och frigörelsen av kväve sker dessutom ofta i en okänd hastighet (Delin & Engström 2010). Några faktorer som påverkar mineraliseringshastigheten är bland annat kol/kväve-kvoten (C/N) i gödselmedlet, tidpunkten för spridningen, spridningsteknik samt yttre faktorer som markfuktighet och temperatur (Andersson et al. 2020). Fastgödsel samt grüngödslingsblandningar med hög andel gräs är några exempel på organiska växtnäringskällor med hög C/N-kvot (Fageria 2007; Delin & Engström 2014). Den höga kvoten kol medför att det organiska materialet inledningsvis binder in mer kväve än den friger. Produkter med en hög C/N-kvot är därför inte lämpliga att sprida just innan växtens behov inträffar (Delin & Engström 2014). Vid gödslingsgrödans upptag blir näringsämnen som kväve, svavel och fosfor bundna i organiska substanser. För att bli tillgängliga för efterföljande gröda krävs att fånggrödan först bryts ner (Ögren 2016). Mineraliseringen av växtnäringen är dock inte ett mått på näringsutnyttjande av växten. Hur mycket näring som växten kommer att tillgodogöra sig påverkas även av tillväxtfaktorer

ovan markytan och nere i rotzonen. Växtslag och växtplats är två exempel på faktorer som påverkar näringseffektiviteten (Båth 2015).

Effekterna av ett organiskt gödselmedel är inte bara tillförsel av näring utan de har även en positiv verkan på markorganismernas aktivitet som i sin tur förbättrar jordstrukturen (Adelsköld 1991). Stallgödsel och grüngödsling har förutom sitt innehåll av de vanligaste makronäringsämnena kväve, fosfor och kalium många positiva egenskaper på markbördigheten. De hjälper till att bygga upp förrådet av organiskt material i fältet, ökar katjonbytes-kapaciteten, skapar god struktur i marken och har möjlighet att öka markens fukthållande förmåga (Kirchmann et al. 2008). En del av de organiska gödselmedlen innehåller dessutom många av de för växten essentiella mikronäringsämnena (Hammar 1999). Organiska gödselmedel kan kompensera ett dåligt förfruktsvärde när det gäller leverans av näring, men de kan inte ge lika goda effekter på markstrukturen som en bra förfrukt kan (Rölin 2003b).

3.3.3. Hur bör ekologiska odlare tänka kring tillförsel av organiska gödselmedel?

Tabell 3 visar näringsinnehåll i olika organiska gödselmedel (relationstal N-P-K). Grönsakskulturernas genomsnittliga växtnäringsbehov av kväve, fosfor och kalium har kvoten 5–1-(5–10). Att värdet för kalium är satt i ett spann mellan 5–10 beror på att behovet av kalium varierar stort mellan olika grödor. Vid val av organisk växtnäringskälla till en kultur kan det därför vara klokt att se till den enskilda grödans kaliumbehov, då innehållet av kväve och fosfor tenderar att ligga på en stabil kvot för många organiska gödselmedel (Båth 2015).

Tabell 3. Balansen mellan kväve, fosfor och kalium i olika typer av gödsel. Näringsbehovet är ett genomsnitt för frilandsgroänsaker. Avrundade värden, värden under 1 markeras med -. Källa: Omarbetning av material från Båth 2015

		N	P	K
Genomsnittligt behov (Frilandsgroänsaker)		5	1	5-10
Nötgödsel	Fast, 18 % ts	5	1	4
	Flyt 9 %	5	1	5
	Urin	5	-	8
Höns gödsel	Fast 30 % ts	5	2	2
	Djupströ slaktkyckling 70 % ts	5	1	2
Häst gödsel	Fast 28 % ts	5	2	10
Färgödsel	Fast	5	1	11
Sving gödsel	Fast	5	3	2
	Flyt slaktsvin 6 % ts	5	1	2
Rödklöver	Skott skördade i juni/juli	5	-	5
	Rötade skott (+flyt från nöt)	5	1	7
	Komposterade skott (+halm)	5	1	9

Växtnärings effekten från organiska gödselmedel är inte bara direktverkande. Vid regelbunden tillförsel bör man räkna med en ökad leverans av kväve från marken även kommande säsonger. Den största efterverkan kommer att visa sig året efter spridningen och odlaren kan räkna med att efterverkan beräknas uppgå till mellan 0 & 20 % av den tillförda mängden växtnärning (Delin & Engström 2014). Hur stor giva och vid vilken tidpunkt spridningen av organiska gödselmedel bör ske kan grundas på vilken kväve mineraliserings-kapacitet gödselmedlet har (Kaleem Abbasi et al. 2007). För att få ett högt kväveutnyttjande och maximera skörden per tillfört kilo kväve med minimerade kväveförluster gäller det att veta både när kvävet frigörs och när växten har sitt näringsbehov (Delin & Engström 2010). Hur mycket kväve som frigörs på kort sikt i delvis nedbrutna gödselmedel som stallgödsel och kompost motsvaras ofta med innehållet av ammoniumkväve (Båth 2015).

Det är enligt ekologiska principer bättre att ge små givor på stor yta än stora givor på liten yta. Färskt organiskt material bör brukas ned grunt för att få en aerob nedbrytning. En för djup nedbrukning skulle medföra att en anaerob nedbrytningsprocess kan bilda giftiga substanser och därmed hämma utvecklingen av rötter (Adelsköld 1991). Ifall för stora mängder stallgödsel sprids på en liten ytenhet risker marken att mättas på organiskt material. Fortsatt tillförsel av stallgödsel trots att marken är mättad på organiskt material kan resultera i att porerna i marken täpps igen. Tillslut kan syretillförseln till rötterna begränsas så till den grad att växterna inte kan förse sig själva med syre (Burton & Turner 2003).

För att öka utnyttjandegraden av kväve kan odlaren tillämpa odlingsåtgärder likt att bruka ned gödsel direkt efter spridning, använda sig av radgödsling, behovsanpassa eller dela upp gödselgivor, så in mer fånggrödor i växtföljden och uppdatera sig om nya råd kring grüngödsling (Rölin 2003b). Att direkt efter spridningstillfället bruka ned gödsel i marken är dessutom den mest effektiva åtgärden för att minska ammoniakförluster. Det är också viktigt att tänka på att sprida gödsel och bryta grüngödslingar i rätt tid. Stallgödsel sprids med fördel på våren eller i växande gröda och grüngödslingsskulturer avslutas sen höst eller vår för att få en god växtnäringseffekt med minskad risk för kväveläckage (Eskilsson 2013).

3.3.4. Stallgödsel

Stallgödselns komponenter utgörs av träck och urin, men också av varierande halter vatten, strömedel och foderrester (Malgeryd & Persson 2013). Exempelvis innehåller fjäderfägödsel väldigt små mängder av strömedel och foderrester men har desto större innehåll av vatten (Litorell 2005). Stallgödsel delas ofta in i kategorierna urin, flytgödsel, kletgödsel, fastgödsel och djupströgödsel. Indelningen baseras på gödselmedlens skilda konsistens och hanteringsegenskaper (Andersson et al. 2020). Innehållet i gödseln utgörs av växtnäring, men även organiskt material som kan bygga upp multhalten i fältet (Malgeryd & Persson 2013). Halter av växtnäring i stallgödsel varierar med djurslaget det härstammar från samt hur det hanterats och spridits (Adelsköld 1991). Utöver kväve, fosfor och kalium finns även halter av kalcium, magnesium och flertalet mikronäringsämnen i stallgödsel. Det organiska materialet i gödseln hjälper till att bygga upp struktur och bördighet i marken. Organiskt bundet kväve mineraliseras successivt och detta bidrar till en långtidsverkan som kan vara i upp till flera år (Andersson et al. 2020). Stallgödsel hjälper till att stabilisera jordaggregat, motverkar erosion och påverkar jordstrukturen genom att skapa god dränering i fuktiga jordar och öka den vattenhållande förmågan i torra jordar (Burton & Turner 2003).

Hur stor del av kvävet som är växttillgängligt varierar beroende på typ av gödsel, och kan skilja sig så mycket som från 10 % för djupströgödsel upp till 90 % för urin

(Andersson et al. 2020). Fastgödsel har en hög kvot kol i relation till kväve och detta medför att det efter spridning initialt kan bindas in mer kväve i det organiska materialet än vad som frigörs till marken (Delin & Engström 2014). Fjäderfärgödsel är med sin låga C/N-kvot på ca 10 ett väldigt effektivt gödselmedel. Tack vare den låga kvoten kol kan växterna lättare tillgodose sig kvävet (Litorell 2005). Urin och flytgödsel har ett högt innehåll av lättillgängligt kväve i form av ammonium medan de fastare gödseltyperna har en större andel kväve bundet i organisk form (Delin & Engström 2014). Kväveinnehållet i urin utgörs av urinämnet urea som har en snabb nedbrytningshastighet. Innehållet av kväve i träcken finns bundet i organiska föreningar med långsam mineralisering (Malgeryd & Persson 2013). Fastgödsel har i regel sämre växtnäringseffekt än flytgödsel. Ett undantag är fast hönsgödsel där en stor del av det organiskt bundna kvävet tenderar att snabbt omvandlas till ammonium som är lättillgängligt (Delin & Engström 2014).

3.3.5. Gröngödsling

Gröngödsling omfattar de grödor vilka odlas för sin gödslingseffekt men utgör också ett mångfunktionellt redskap i grönsaksodlingen genom att bidra med ett tillägg av symbiotiskt fixerat kväve, strukturförbättring till marken och bibehållen tillgång på markvatten och organiskt material (Fageria 2007; Fortier 2014; Ögren 2016).

Gröngödsling kan beroende på syfte och odlingssystemet odlas som helårsgröda, flerårsgröda eller delårsgröda. Helårsgröngödsling odlas som ettårig gröngödsling och inkluderas som gröda i själva växtföljden. En helårsgröngödsling består ofta av en vårsådd vallfröblandning av gräs och klöver som brukas ner på hösten eller följande vår. De ettåriga gröngödslingsgrödornas främsta funktion i växtföljden är att upprätthålla förekomsten av lättillgängligt organiskt material (Ögren 2016). Två- och fleråriga gröngödslingsgrödor och vallar har ett högt förfruktsvärde flera år efter vallbrott vilket innebär att de på sikt kan försörja fler avsalugrödor än en ettårig gröngödslingsgröda. Det är också de grödorna som har den största effekten på markstrukturen då frånvaron av jordbearbetning och ackumuleringen av

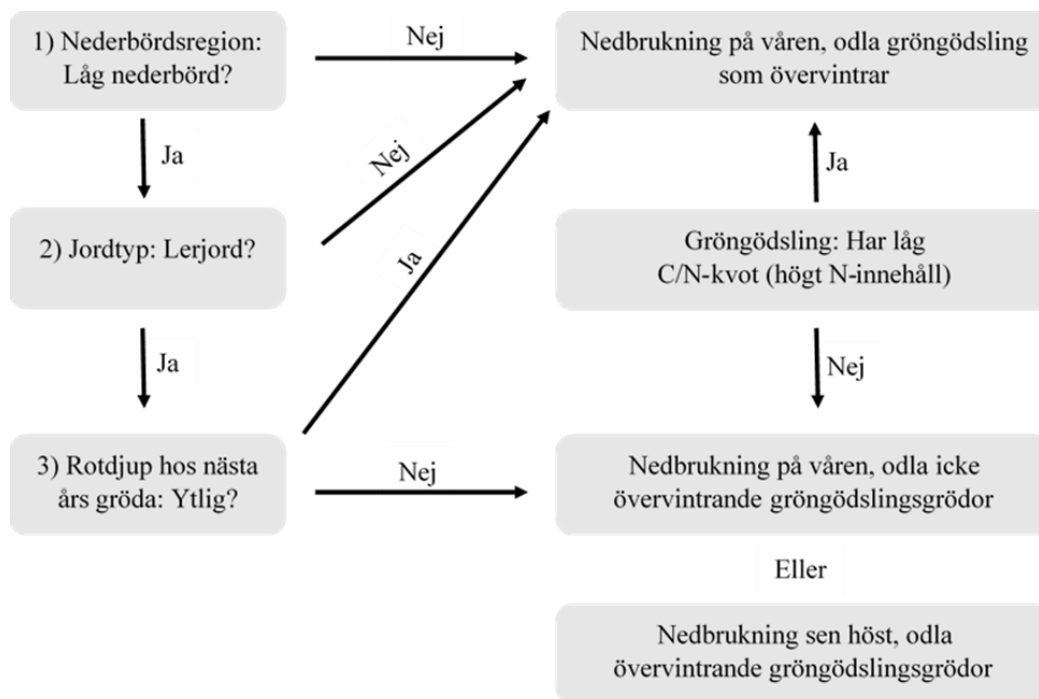
organisk substans leder till en ökad andel aggregat i det översta jordlagret (Rölin 2015b).

Delårsgröngödsling odlas mellan två ettåriga huvudgrödor och beroende på hur den etableras och om syftet är att skapa eller fånga växtnäringsämnen så kallas de mellangröda, fånggröda eller bottengröda (Hansson 2004). Bottengrödor samodlas mellan raderna i huvudgrödan och konkurrerar därmed om livsutrymmet med huvudgrödan och ogräs (Hansson 2004). För att minska de negativa effekterna på huvudgrödan bör bottengrödan vara insådd 2–3 veckor efter huvudgrödans etablering (Ögren 2016). Vid etablering med huvudgrödan bör lågväxande baljväxter likt lusern, subklöver och vitklöver väljas (Hansson 2004). Mellangrödor har sin huvudsakliga tillväxt mellan två huvudgrödor i växtföljden och odlas i egenskap av fånggröda, sjukdomssanerare, ogräskonkurrent och förfrukt (Fogelfors 2015). Fånggrödans främsta uppgift är att förebygga utlakning genom att fånga upp den kvarvarande växtnäring som frigjorts från gödsel och huvudgrödans skörderester. I växtföljder med potatis och grönsaker sås delårsgröngödslingen direkt efter skörd och bryts på tunga jordar redan samma höst eller med fördel våren året därpå innan sådden av nästa huvudgröda äger rum (Hansson 2004). Detta ställer krav på att använda snabbväxande gröngödslingsarter likt westervoldiskt rajgräs, fodervicker, bovete och honungsört. Genom att tillämpa mellangrödor efter skörd kan långa perioder av barmark undvikas vilket radikalt minskar exponeringen för kraftig vind och nederbörd och därmed ger skydd mot jordflykt, avrinning, och risken för läckage (Fortier 2014). Fördelaktigt är om fånggrödan kan ligga orörd ända fram till vårbruket för att ge en mjuk och lucker jord och reducera förekomsten av ogräs (Fortier 2014).

Artvalet i gröngödslingsgrödan grundar sig på vad syftet med grödan är och därmed hur den odlas (Hansson 2004). Det aktuella odlingsfältets pH och jordart, liksom efterföljande grödas förfruktskrav (rotdjup, jordstruktur, växtnäring) styr också artvalet. För att hålla på odlingssäkerheten bör en långliggande gröngödslingsgröda bestå av olika arter med kompletterande egenskaper, likt snabb etablering, god konkurrensförmåga mot ogräs, långsam tillväxt eller sen blomning (Ögren 2016). Gröngödslingsgrödor sorteras traditionellt sätt i baljväxter (Fabaceae) och

gräsblandningar (Poaceae), där baljväxter emellertid anses överlägsna tack vare sin förmåga att fixera atmosfäriskt kväve (Fageria 2007). Fixeringen sker i symbios med olika kvävefixerande bakterier, *Rhizobium sp.* (Fogelfors 2001), som lever i rotnölar på värdväxtens rötter (Suhr 1997). En baljväxt med god kvävefixering täcker 70–80 % av sitt kvävebehov med *Rhizobium* (Fogelfors 2001) och enligt Suhr (1997) utgör kvävefixeringen den absolut viktigaste källan till kväve i en ekologisk odling. Baljväxter har även en högre kvävekoncentration och därmed en lägre C/N-kvot jämfört med gräs, vilket gör att baljväxter omsätts snabbare. Med ökande andel gräs i gröngödslingsblandningen höjs C/N-kvoten och hastigheten på omsättningen av gröngödslingen minskar (Fageria 2007). Baljväxterna sås ofta i kombination med gräsväxter likt havre och råg, vars främsta funktion är att agera stöd för klättrande gödslingsgrödor, men också minska risken för utlakning efter skörd. Gräs är ofta köldtoleranta och lämpliga vid övervintrande mellan- eller fånggrödor (Hansson 2004). För att få en tillfredsställande kväveförsörjning i en växtföljd med näringskrävande huvudgrödor bör 30–50 % av grödorna utgöras av kvävefixerande gröngödsling eller vall (Ögren 2016).

I ekologiska grönsaksodlingar är gröngödsling ett effektivt sätt att tillföra näring och organiskt material till växtföljden. Utöver den externa näringstillförseln verkar även djuprotade arter i egenskap av "växtnäringspumpar" och bidrar till ett bättre utnyttjande av växtnäringen i det djupare matjordslagret (Ögren 2016). För att undvika ogräsproblem kommande år bör helårs- och flerårsgröngödsling putsas. När en gröngödsling slås av kan den påbörja en ny tillväxtfas och fortsätta fixera kväve och producera organiskt material. Antalet putsningar bör hållas lågt och uträttas vid stabilt väder för att minska risken för ammoniakförluster. I regel putsas gröngödslingen 2–3 gånger under en säsong där sista putsningen sker innan invintring eller nedbrukning (Hansson 2004). Mineraliseringen av en nedbrukad gröngödsling börjar i det närmaste direkt om jorden är varm och fuktig. Redan under första säsongen efter nedbrukning kommer 20–50 % av gröngödslingens inbyggda kväve att mineraliseras (Ögren 2016). Tidpunkten för avslagning och nedbrukning av gröngödsling är avgörande för att hålla näringsförluster nere och är beroende av vädret, jordarten, artsammansättningen och gröngödslingens syfte. Se figur 1.



Figur 1. Schema för val av nedbrukningstidpunkt av grüngödslinggrödor. Källa: Omarbetning av material från Öberg 2016.

Då tillgången på stallgödsel inom grönsaksproduktionen kan vara begränsad, blir det extra viktigt att utnyttja grüngödslingsgrödor som näringsförsörjning i ekologiskt producerade frilandsgroänsaker (Båth 2015). Genom att direkt ta till vara på näringen som grüngödslingen fixerar kan tillförseln av gödselmedel utifrån reduceras. För småskaliga odlare med flertalet grönsakssuccessioner kan dock uppoffringen av arealer för att odla grüngödsling kännas dyr (Båth 2015). Regelbunden tillförsel av organiskt material genom stallgödsel, kompost eller grön marktäckning är därför ett viktigt komplement för att minska behovet av en hög andel grüngödsling i växtföljden (Ögren 2016).

3.4. Kväveförluster i ekologisk växtföljd

I jämförelse med de flesta naturliga ekosystem leder odlingsmark till att en större mängd växtnäring frigörs och sätts i omlopp. Grunden till detta ligger i en ökad

jordbearbetning, mineralisering och växtnäringstillförsel (Jordbruksverket 2020b). Alla näringsämnen har sin egen näringscykel vilken involverar levande organismer och enzymssystem (Evert & Eichhorn 2013). Läckage och näringsförluster från cyklerna är en naturlig process, men odling av marken gör att växtnäringsläckaget och miljöpåverkan ökar (Jordbruksverket 2020b).

3.4.1. Utlakning kväve

Tillgången på kväve är en grundförutsättning för att kunna odla, men utgör också en stor miljöbelastning när förlusterna blir för stora (Eskilsson 2013). Kväveutlakning syftar till de formerna av kväve som inte binds i marken, avgår till luften eller tas upp av grödor (Wivstad et al. 2009). Utlakningen av kväve sker främst i formen av nitrat som är svagt adsorberad i marken (Eskilsson 2013). Vid regn och snösmältning för vattnet med sig näringen ner genom jordprofilen och vidare ut i grundvatten, vattendrag, sjöar och hav (Jordbruksverket 2020b). Den höga näringstillgången är en bidragande orsak till övergödning och algblooming, med igenväxta vattendrag, förändrad fisksammansättning, döda havsbottnar, stigande nitrathalter i brunnar och hälsofarligt dricksvatten som följd (Eskilsson 2013). Vid felaktig hantering av grüngödsling kan en tillfällig immobilisering av kväve för efterföljande grödor uppstå (Fageria 2007). En välutvecklad grüngödslingsgröda kan innehålla stora mängder lättomsättbart kväve och brukas den ned till en jord med redan hög kvävehalt ökar risken för utlakning (Ögren 2016). Gödselmedel med högt näringsinnehåll och hög vattenhalt löper större risk för utlakning än ett torrt gödselmedel med höga halter strömedel. I komposteringens inledande fas kan en stor mängd processvatten bildas. Detta processvatten kan öka risken för att laka ut växtnäringen. Ett komposterat gödselmedel är därmed inte lika benäget att utlakas som ett färskt. Vid en torrsbstanshalt på över 25 % blir bildningen av processvatten i regel inte så stor att växtnäringen riskerar utlakning (Eskilsson 2013).

3.4.2. Ammoniakavgång & denitrifikation

Mycket av markkvävet tillförs marken via organiskt material som stallgödsel, gröngödsel och skörderester (Evert & Eichhorn 2013). Vid mineralisering förfaller materialet och kvävet sönderdelas till enklare föreningar av jordlevande bakterier och svampar. I processen frigörs ett kväveöverskott i form av ammoniumjoner (NH_4^+) som vid högt pH kan omvandlas till ammoniakgas (NH_3) (Evert & Eichhorn 2013). Mellan ammoniumjoner och ammoniak föreligger det ett jämviktsförhållande, där mängden ammoniak ökar med pH-värdet i marken (Eriksson et al. 2015). Omvandlingen till ammoniak sker främst vid nedbrytning av stora mängder kväverikt material som har kontakt med atmosfären, likt avslagen grönmassa, en komposthög eller gödselhög (Evert & Eichhorn 2013; Eskilsson 2013). Vid spridning av gödselmedel med ett högt innehåll av ammoniumkväve som exempelvis flytgödsel kan stora mängder av kvävet förloras i form av ammoniak (Delin & Engström 2014). Gasformiga kväveförluster genom ammoniakavgång kan också uppstå när gröngödslingen dör av på markytan eller vid putsning av kväverik grönmassa (Ögren 2016). Om vädret är blåsigt, varmt och soligt vid spridningstillfället ökar risken för ytterligare förluster (Delin & Engström 2014; Eskilsson 2013). Ökad utfällning av ammoniak och ammonium till atmosfären har en negativ miljöpåverkan (Burton & Turner 2003). Nedfallet har en försurande inverkan på skog, mark och vattendrag och kan resultera i övergödning på de platser där kväveomsättningen är låg, likt näringsfattiga sjöar och mossar (Burton & Turner 2003; Eskilsson 2013; Naturvårdsverket 2020). Lagring och spridning av stallgödsel stod 2019 för 78 % av jordbrukets totala ammoniakutsläpp i Sverige (Naturvårdsverket 2020). Av den totala mängden kväve som finns i stallgödsel så förloras ungefär 30 % som ammoniak (Wivstad et al 2009).

En annan av odlingens stora kväveförluster sker via denitrifikation. Denitrifikation är en anaerob (syrefattig) process där kvävenitrat (NO_3) reduceras till mer flyktiga former av kväve, likt kvävgas (N_2) och lustgas (N_2O) (Evert & Eichhorn 2013). Denitrifikation tenderar att ske i vattenmättad åkermark och innebär stora kväveförluster till atmosfären vilka likt ammoniak kan resultera i surt nedfall (Burton & Turner 2003). Lustgas räknas som en växthusgas och även om endast

låga halter släpps ut så har lustgasen en lång uppehållstid i atmosfären där den deltar i nedbrytningen av ozon. Lustgasens effekt har enligt Eriksson et al. (2015) globalt sett sannolikt en stor inverkan på klimatet. Lustgasbildningens omfattning styrs till viss del av det enskilda gödselmedlets kväveinnehåll och av vilket gödselsystem som används vid lagring och spridning (Eskilsson 2013). Utsläppen av lustgas är större i system med djupströgödsel med god tillgång till syre än i syrefria flytgödselsystem. När bäddarna består av mycket strömedel och lite gödsel som sällan sprids ut på fält är risken för utsläpp som störst (Röös et al. 2013).

3.5. Växtfamiljerna

Följande kapitel kommer att behandla ett antal utvalda växtfamiljer och dess funktioner i växtföljden. Några för arbetet relevanta punkter har satts upp och kommer att redogöras för varje enskild familj. Den information vi ser som relevant för arbetet är: - Exempel på grödor, - Förfruktsfunktioner, - Näringsbehovets storlek tidpunkt, - Rotsystem & rotdjup, - Förmåga att konkurrera mot ogräs, - Viktiga skadegörare, samt - Hur många år som behöver passera innan samma växtfamilj kan återkomma till platsen.

3.5.1. Brassicaceae

Vitkål, spetskål, grönkål, svartkål, broccoli, blomkål (*Brassica oleracea*)
Rädisa, (*Raphanus sativus*). Ruccola/Senapskål, (*Eruca vesicaria ssp. sativa*)

Brassicaceae har ett stort näringsbehov redan från kulturstart och fortsättningsvis genom hela kulturtiden (Ögren & Jonsson 2015). För kulturer av *Brassica oleracea* som bildar huvuden är näringsbehovet ofta som störst under huvudbildningen. En bra förfrukt till Brassicaceae bör lämna efter sig mycket näring och organiskt material i fältet (Ögren & Jonsson 2015). Många av kålväxterna har en lång kulturtid vilket medför att de hinner tillgodogöra sig den största delen av kvävet som frigörs av en kvävefixerande förfrukt. Kålväxterna lämnar med sitt djupa

rotsystem och stora grönmassa också efter sig stora mängder växtrester. Detta innebär att kålväxter trots sin tärande förmåga kan agera bra förfrukt till nästkommande gröda. Kål är dock inte lämpligt att använda som förfrukt till exempelvis lök, eftersom Brassicaceae-familjen inte utvecklar mykorrhiza som för Alliaceae är nödvändig (Ögren & Jonsson 2015). Brassicaceae angrips av ett stort antal skadeinsekter och svampar. Störst skada förorsakas av insekterna (Ögren & Jonsson 2015). Kålflugan och fjärilslarver av olika arter är ett stort problem över hela Sverige. Platser med närhet till rapsodlingar är dessutom hotade av kålbladlusen (Fogelfors 2001). Svampsjukdomen klumprotsjuka, *Plasmodiophora brassicae*, kan också orsaka stor skada (Ögren & Jonsson 2015). Sjukdomen uppkommer lättare om pH-värdet ligger under 7 (Adelsköld 1991). När svulsterna på rotsystemet ruttnar hamnar vilosporer i marken där de i regel lever i 5–6 år. Växtföljden bör vara minst 7 år om klumprot finns i fältet (Ögren & Jonsson 2015).

3.5.2. Cucurbitaceae

Squash och pumpa (*Cucurbita pepo*, *C. maxima* och *C. moschata*)
Frilandsgurka (*Cucumis sativus*)

Cucurbitaceae är en växtfamilj med stort värmebehov och stor utbredning av plantorna i form av ovanjordiska delar (Adelsköld 1991). Förfrukten bör lämna efter sig en lucker jord med mycket struktur för att Cucurbitaceaes grunda men utbredda rotsystem ska få goda etableringsmöjligheter. Förslagsvis kan det odlas en gröngödsling eller en gröda med djupt rotsystem som förfrukt. Frilandsgurkan är en lite mindre krävande gröda, och näringsbehovet är inte lika stort som för squash och pumpa (Ögren & Jonsson 2015). Familjen är relativt konkurrenskraftig mot ogräs, speciellt i senare stadier eftersom plantorna har kraftig tillväxt och blir väldigt stora och täckande (Ögren et. al 2003). Olika typer av svampar utgör de vanligaste växtskyddsproblemen för Cucurbitaceae. Några exempel på svampsjukdomar som lätt drabbar familjen är gurkbladmögel, mjöldagg och brunfläcksjuka. Familjen är även mottaglig för olika typer av virus. Med växtskydd

i åtanke rekommenderas det att växtföljden inte underskrider 4 - 6 år (Ögren & Jonsson 2015).

3.5.3. Liliaceae

Kepalök (*Allium cepa*), vitlök (*Allium sativum*), purjolök (*Allium porrum*)

Näringsbehovet för lök är relativt lågt, och det går därmed bra att odla lökväxter efter en tärande växt i växtföljden (Ögren & Jonsson 2015). *Allium cepa* har ett litet rotsystem utan rothår och förlitar sig på mykorrhiza för att tillgodogöra sig näring. Det lämpar sig därför inte med en kålväxt som förfrukt till Liliaceae eftersom Brassicaceae-familjen inte utvecklar mykorrhiza. Liliaceae är känsliga för konkurrens om ljus och näring, vilket innebär att löken inte är lämplig att samodla med andra grödor (Ögren & Jonsson 2015). Förfrukten bör vara en gröda som konkurrerar väl mot ogräs. Behovet av kväve är större under den sista delen av kulturtiden och tillgång till näring behövs för att löken ska hinna mogna färdigt (Fogelfors 2001). Till skillnad från andra odlade lökväxter i Alliaceae så har purjolök, *Allium porrum*, ett utbrett och kraftigt rotsystem. *Allium porrum* har dessutom ett större näringsbehov än *Allium cepa*. Med en stor skillnad i växtnäringsbehov så är det inte alltid självklart att *A. porrum* ska rotera med de andra lökväxterna i växtföljden. Placera dem dock inte efter varandra, eftersom vissa skadegörare som exempelvis lökflugan kan angripa dem båda. En del andra skadegörare är mer artspecifika. Exempelvis går lökbladmögel främst på *A. cepa* medan pappersfläcksjuka angriper *A. porrum*. Rekommendationer menar på att en 6-årig växtföljd är att föredra för familjen. Om frilevande nematoder som *Longidorus ditylenchus* orsakat problem i fältet så kan en svartträda vara nödvändig innan lök kan odlas (Ögren & Jonsson 2015).

3.5.4. Apiaceae

Morot (*Daucus carota*), palsternacka (*Pastinaca sativa*), selleri (*Apium graveolens*), fänkål (*Foeniculum vulgare*), persilja (*Petroselinum crispum*), dill (*Anethum graveolens*) och koriander (*Coriandrum sativum*)

Det går bra att odla Apiaceae efter en tärande gröda, eftersom familjen endast har ett måttligt näringsbehov (Ögren & Jonsson 2015). Kulturer som exempelvis palsternacka, *Pastinaca sativa*, har god förmåga att tillgodogöra sig näringen som finns bunden i marken. Förfrukten bör lämna efter sig en lucker jord och ha en god förmåga att konkurrera mot ogräs, speciellt om det ska odlas rotgrönsaker ur familjen med en liten mängd ovanjordiska delar och låg konkurrenskraft. Rotselleri har en väldigt lång kulturtid och är dessutom väldigt näringskrävande (Ögren & Jonsson 2015). Moroten har många skadegörare innefattande svampar, insekter och nematoder. Morotsflugan går på roten och övervintrar sedan som puppor i fältet. Lagringsjukdomar som angriper moroten kan orsaka stora problem efter skörd och kan dessutom angripa många andra växtslag, som exempelvis bomullsmögel, (*Sclerotinia sclerotiorum*). Rotgallnematoder (*Meloidiogyne hapla*) och rotsårnematoder (*Pratylenchus sp.*) kan också orsaka stor skada i morotsodlingen. Med risk för att lagringssjukdomar och nematoder uppförökas bör växtföljden vara minst 6–7 år för morot och 5–6 år för selleri och palsternacka (Ögren & Jonsson).

3.5.5. Asteraceae

Sallat (*Lactuca sativa*)

Sallat har i förhållande till andra grönsakskulturer en väldigt kort kulturtid. Behovet av växtnäring för sallat är måttligt och växtnäringsupptaget sker endast under en kort tid (Ögren & Jonsson 2015). Viktigt är då att näringen finns lättillgänglig när behovet inträffar (Båth, 2015). Ett gott råd är att så in en fånggröda efter den sista sallatskulturen för att minska risken för utlakning av växtnäring. Behovet av ogräsbekämpning skiljer sig mycket beroende på om plantorna är direktsådda eller

utplanterade. Även vid plantering kan ogräsbekämpning vara nödvändigt (Ögren & Jonsson 2015). Sallat kan angripas av många sorters svampar. I dagsläget finns resistenta sorter att välja mellan och en del svampsjukdomarna kan därmed undvikas med hjälp utav kloka sortval i växtföljden (Ögren & Jonsson 2015). Ett angrepp av bomullsmögel (*Sclerotinia sclerotiorum*) på sallat benämns som sallatssröta. Växtföljden för sallat bör med tanke på växtskydd vara 5–6 år (Fogelfors 2001).

3.5.6. Chenopodiaceae

Betor och mangold (*Beta vulgaris*), spenat (*Spinacia oleracea*)

Betornas näringsbehov är måttligt, och de går därför bra att odla efter en tärande gröda. Förfrukten bör lämna en lucker jord då betor är känsliga för kompakt jord (Ögren & Jonsson 2015). Chenopodiaceae är en av de få växtfamiljerna som inte använder sig av mykorrhiza, (Fogelfors 2001) vilket bör tas hänsyn till när en växtföljd planeras. Groddbrand kan orsakas av flera olika svamparter, exempelvis *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Aphanomyces* och *Phoma*. Groddbrand medför att groddplantor vissnar inom ett par dagar då dess rötter torkat ut, blivit mörka och vissnat på grund av svampangrepp. Om groddbrand varit ett problem på fältet tidigare rekommenderas en grüngödsling som förfrukt. Bladsvamparna *Ramularia beticola* och *Cercospora beticola* är de svampar som gör mest skada på betorna. Även betflugan (*Pegomya hyoscamii*), knäpparlarver (*Agriotes sp.*) och jordflylarver (*Agrotis sp.*) kan orsaka skada på familjen. Växtföljden för *Beta vulgaris* bör inte vara kortare än 4–5 år (Ögren & Jonsson 2015).

3.5.7. Solanaceae

Färskpotatis (*Solanum tuberosum*)

Färskpotatis bör odlas på en lucker, väl-dränerad och varm jord (Ögren & Jonsson 2015). Växtnäringsbehovet av kväve är lågt, och det viktigaste är god tillgång på kalium. På grund av det låga kvävebehovet är det direkt olämpligt att odla potatis efter en flerårig gröngödsling. Det är inte heller lämpligt med en flerårig vall som förfrukt då den kan uppföröka knäpparlarver (*Agriotes sp.*) som kan orsaka skada på potatisen. En grönsaksgröda eller spannmål är lämpligare som förfrukt. Eftersom färskpotatis har en kort kulturtid och skördas relativt tidigt är det viktigt att odla något mer efter avslutad kultur för att inte riskera växtnäringsläckage på grund av obevuxen mark (Ögren & Jonsson 2015). Potatisbladmögel (*Phytophthora infestans*) kan orsaka stor skada och det är viktigt att minimera risken för marksmitta via dess vilosporer som kan överleva flera år i marken. Växtföljden bör för att förebygga angrepp av svampsjukdomar och nematoder vara minst 5–7 år (Hammar 1999; Ögren & Jonsson 2015; Mellqvist 2019). För att hålla borta svampsjukdomar är det dessutom viktigt att även hålla borta ogräs som exempelvis nattskatta, eftersom även ogräs kan uppföröka dessa (Mellqvist 2019).

3.5.8. Fabaceae

Fodervicker (*Vicia sativa*), Luddvicker (*Vicia villosa*), Perserklöver (*Trifolium resupinatum*), Rödklöver (*Trifolium pratense*)

Baljväxter (Fabaceae) kan binda in luftkväve med hjälp av växtbakterier (*Rhizobium sp.*), och agerar därmed som närande kulturer i växtföljden (Fogelfors 2015; Ögren 2016). I början av kulturtiden går det mesta av assimilatet till *Rhizobium*bakterierna i rotnöklarna, vilket kan leda till en långsam tillväxt från start för en del baljväxter. Innan plantan kommit igång med sin egen tillväxt kan ogräs vara ett problem (Suhr 1997). Familjens rotsystem varierar stort och innefattar allt från pålrötter, kraftigt förgrenat rotsystem och grunda fibrösa

rotsystem (Ögren 2016). Kraven för god kvävefixering i rötterna är tillgång på syre, relativt hög temperatur och att pH-värdet inte är för lågt (Holstmark 2016; Ögren 2016). Många baljväxter får stora ovanjordiska delar som exempelvis fodervicker och perserklöver. Fodervicker och luddvicker vill gärna ha något att klättra på, och passar därför att sås in i blandningar med Poaceae. Luddvicker tål kyla bra och har förmågan att kunna fixera kväve även vid låg temperatur (Ögren 2016). Rödklöver är en flerårig växt med stor konkurrenskraft mot ogräs och en god återhämtningsförmåga efter avslagning vilket gör att den passar bra i både flerårig och ettårig grüngödslingsblandning (Ögren 2016). Klöver kan uppföröka nematoder som i sin tur senare kan orsaka problem hos flertalet växtfamiljer i grönsaksodlingen. Idag finns sorter av rödklöver med stjälnematodsresistens (Rölin 2015a).

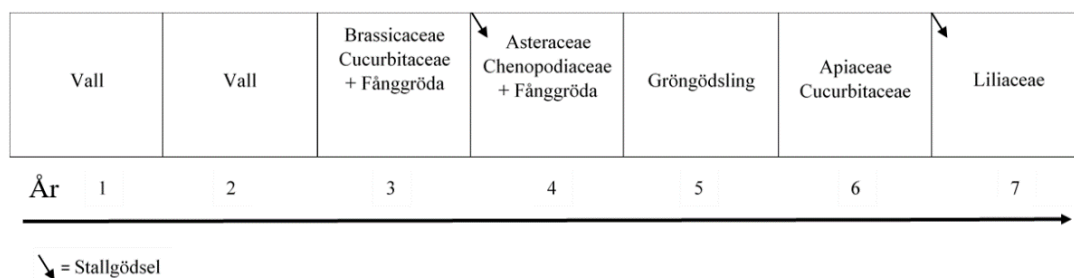
3.5.9. Poaceae

Havre (*Avena sativa*), råg (*Secale cereale*)

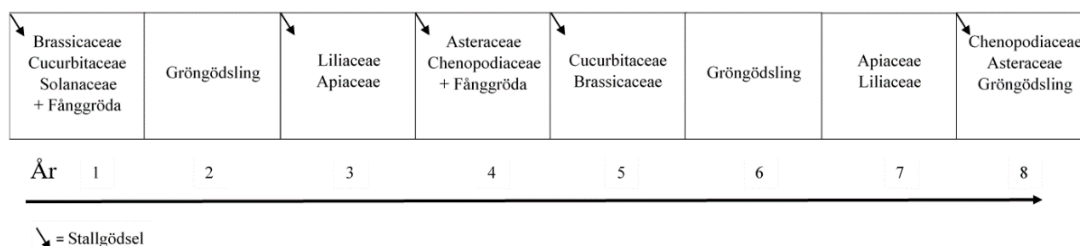
Poaceae-växter som havre och råg kan användas som stöd för klättrande baljväxter och har även funktionen att minska risken för utlakning efter skörd. Många gräs är dessutom köldtoleranta och lämpar sig därför som övervintrande mellan- eller fånggrödor (Hansson 2004). Råg har ett djupt rotsystem och lågt näringsbehov och går därför bra att placera efter många olika grödor i växtföljden. Det är dock inte lämpligt att placera den direkt efter en klöverrik vall eftersom den endast tar upp låga halter kväve ut marken och risken för utlakning då blir stor (Rahbek Pedersen 2004). Rågen är kraftig och lämpar sig för att sås in med baljväxter i en grüngödslingsblandning. Både råg och havre kan även utnyttjas som insåningsgröda vid vallfröinsådd på våren (Rahbek Pedersen 2004). Havre har en snabb tillväxt i början av kulturtiden vilket medför att den har en bra konkurrens mot ogräs och kan därför utgöra ett gott tillskott i en grüngödslingsblandning (Ögren 2016). Den har också en god förmåga att utnyttja kvävet i stallgödsel eller i grönmassan från grüngödsling (Rahbek Pedersen 2004).

3.6. Växtföljdsförslag

Växtföljderna är planerade med hänsyn till den ekologiska grönsaksodlingens förutsättningar och lämpar sig för gårdar med direktförsäljning och flera avsalugrödor. Växtföljderna har utgått från KRAV:s regler där minst 20 % av de odlade grödorna varje år utgörs av vall eller grüngödsling (KRAV 2020; KRAV 2021). Denna andel vall och grüngödsling kan inte ersättas med fånggrödor. Fånggrödor används dock som komplement till helårsgrüngödsling för att undvika barmark under vinterhalvåret och växtnäringsläckage efter skörd. För att få en hållbar växtföljd i ett företag med många kulturer har grönsakerna sorterats efter sina botaniska familjer (Rölin 2015a). Föreslagna grödor inom familjerna är valda med hänsyn till att de har snarlika krav på sin förfrukt (Ögren & Jonsson 2015). Flera familjer kan vara föreslagna under samma år i växtföljden och även återkomma som förslag under flera år för att erbjuda alternativ. Viktigt att notera är att grödor från samma familj endast bör förekomma en gång på samma markyta under hela växtföljden. En förutsättning för att uppnå samma uppdelning av skiftet nästa gång grödan återkommer är att ha fasta fixpunkter på skiftena (Rölin 2003a). Lämpligheten av växtfamiljer, arter och sorter inom familjerna och deras placering i växtföljderna kan variera utifrån jordart, klimat, sortval och ekonomiska resurser. Växtföljdsförslagen gör inte anspråk på att vara anpassade för alla individuella förutsättningar utan avser att ge inspiration och insikt i planeringen av växtföljder.



Figur 2. Växtföljd 1



Figur 3. Växtföljd 2

3.6.1. Växtföljdsförslag 1

Växtföljd 1 utgörs av en 7-årig rotation med varierande grönsaker och hög andel vall. Våren år 1 sås det in en vall med en blandning av gräsarter, perserklöver och rödklöver. Vallen är ämnad att stå kvar tills våren år 3 innan utplantering av de närings- och strukturkrävande växtfamiljerna Brassicaceae och Cucurbitaceae (Rölin 2003a; Ögren & Jonsson 2015). De redan etablerade grödorna kan direkt utnyttja solen under kommande vår vilket medför att rotsystemet hinner vidareutvecklas. Kvävefixeringen kan därmed fortlöpa under en längre tid och mer luftkväve kan fixeras än vid odling av en ettårig gröngödsling, förutsatt att man slår den upprepade gånger (Ögren 2016). Om marken inte är för blöt kan vallen år 2 skördas till foder eller mobil gröngödsling. Exempelvis kan komposterad eller finhackad ensilerad grönmassa från vallen tillföras marken före sådd eller plantering år 6 och 7 i växtföljden (Figur 2).

Våren år 3 kan det vara lämpligt att plantera ut förkultiverade plantor av Brassicaceae och Cucurbitaceae istället för att direktså då den tvååriga vallen kan försvåra såbäddsberedning (Rölin 2003a). Efter den tvååriga vallen är både näringstillgång och jordstruktur god vilket passar de flesta kålväxter, squash och gurka (Ögren & Jonsson 2015). De flesta kål och gurkväxter lämnar efter sig stora mängder växtrester efter skörd (Båth 2015) och för att minska risken för utlakning av näring i skörderester sås en fånggröda in efter avslutad kultur. Fodervicker har valts ut då den växer snabbt och bildar stora mängder grönmassa. Fodervicker vill gärna samodlas med en stödjande gröda att klättra på, och sås därför in med havre som är en bra avbrottsgröda i grönsaksrotationer (Ögren 2016).

År 4 odlas växtfamiljerna Asteraceae och/eller Chenopodiaceae. Sallat, betor, mangold och spenat har alla gemensamt att de kan odlas och sköras både sent och tidigt och är därför lämpliga att odla i omgångar med varandra. Sallat har dessutom en väldigt kort kulturtid (Ögren & Jonsson 2015) och kan med fördel sås vid flera och upprepade tidpunkter för att möjliggöra kontinuerlig sallatsskörd under hela säsongen. Betor använder sig inte av mykorrhiza, men vill gärna ha en lucker jord. Kvävebehov är relativt litet men behovet av kalium är desto större och därför kan betor gynnas av en giva stallgödsel (Ögren & Jonsson 2015). Om tidpunkten för de olika kulturernas sista avsaluskörd skiljer sig åt kan en snabbväxande fånggröda med fördel sås in efter exempelvis sallaten medan betorna växer kvar på fältet. Fånggrödan efter avslutad kultur utgörs av luddvicker som konkurrerar väl mot ogräs. För att grödan ska få möjlighet att klättra på något sås den in tillsammans med havre (Ögren 2016).

Våren år 5 sås en helårsgröngödsling in, och denna kan med fördel sås in även direkt i växande fånggröda, och sedan stå kvar tills det är dags för såbäddsberedning år 6. Helårsgröngödslingen år 5 utgörs av en blandning mellan sötväppling, vicker och rödklöver då de har kompletterande egenskaper när det gäller marktäckning, kvävefixering och övervintring. Det är dock viktigt att tänka på risken för uppförökning av nematoder som kan gå på de efterföljande kulturerna av morot och lök (Figur 2), och välja resistent sorter om möjligt (Rölin 2015a).

År 6 i växtföljden utgörs av diverse kulturer från Apiaceae och av frilandsgurka som har ett mindre näringsbehov än squash och pumpa (Ögren & Jonsson 2015). Dessa kulturer placeras efter gröngödsling med tanke på förfruktens ogräskonkurrens och positiva effekter på jordstrukturen. För en lyckad uppkomst av morötter behöver stor vikt läggas på såbäddsberedning. Frilandsgurkan gynnas av helårsgröngödslingen som förfrukt, men det är viktigt att komma ihåg att inte placera den i samma bädd där det odlats squash tidigare i växtföljden för att undvika uppförökning av gemensamma svampsjukdomar.

År 7 odlas olika typer av lök på hela fältet, dock inte vitlök eller purjolök som har andra näringsbehov. Kepalök och salladslök har likartade förfruktskrav och egenskaper i växtföljden, och funkar bra att odla efter grödor som inte är närande

tack sitt relativt låga näringsbehov. Eftersom lökväxterna är beroende av mykorrhiza för sin näringstillförsel (Ögren & Jonsson 2015) är de placerade långt ifrån Brassicaceae och Chenopodiaceae i växtföljden (Figur 2). En liten stallgödselgiva tillförs skiftet innan lökväxterna utplanteras.

3.6.2. Växtföljdsförslag 2

För att möjliggöra för en intensivare produktion med en kontinuerlig och varierad skörd, har växtföljdsförslag 2 utökats med en 8-årig rotation och ett repetitivt nyttjande av växtfamiljerna. Varje år grupperas grönsakerna familjevis, vilket förutsätter bestämda fixpunkter på varje fält för att möjliggöra att samma delning sker när växtfamiljerna återanvänds. Odlingssäsongen år 1 inleds med en utplantering av korta eller tidiga kulturer från näringskrävande växtfamiljer som Brassicaceae, Cucurbitaceae och Solanaceae. Dessa familjer gynnas av lucker jord och har i regel ett stort kaliumbehov, vilket kan tillgodoses med en grüngödsling som förfrukt år 8 eller grundgödsling med stallgödsel (Ögren & Jonsson 2015). Det kan även vara lämpligt att kompletteringsgödsla i grödorna. Kulturer likt kål och gurkväxter kan generera otaliga mängder näringsrika skörderester (Ögren & Jonsson 2015). Även efter färskpotatis som är en snabb kultur kan stora mängder växnäring kvarlämnas i marken efter skörd. För att undkomma utlakningsrisken som uppstår vid tidig skörd av dessa kulturer (Rölin 2015a), kan det vara lämpligt att så en övervintrande fånggröda med exempelvis råg.

I den övervintrade rågen sår man våren år 2 in en helårsgrüngödsling med sötväppling, luddvicker och perserklöver. Arterna är valda med tanke på sin goda återhämtningsförmåga (Ögren 2016), så att den avslagna grüngödslingen kan utnyttjas som kompletterande näringskälla år 5. Under år 2 övergår råden till att utgöra ett gynnsamt mikroklimat för de långsamväxande arterna i den insådda grüngödslingsblandningen och bidrar på så sätt till en god etablering (Rölin 2003a). På försommaren putsas rågen för att ge klöver mer ljus och snabbare utveckling, vilket motverkar spridningen av ogräs på de glesa fläckarna (Rölin 2003a). Viktigt vid skörd och nedbrukning av grüngödslingen våren år 3 är att mylla ner den

ordentligt för att undvika ogräsproblem då samtliga arter kan leva vidare via rotbitar om bearbetningen varit otillräcklig (Ögren 2016).

År 3 kan exempelvis palsternacka från familjen Apiaceae och purjolök från Liliaceae odlas på samma fält. Fördelarna med att låta dessa kulturer dela skifte börjar med deras gemensamma krav på en djup och mullrik jord (Israelsson 2018) vilket gör en grüngödslingsblandning till en lämplig förfrukt. Båda kulturerna har en långsam utveckling vilket gör dem konkurrenssvaga mot ogräs, men vid odling av purjolök, samt palsternacka på drill, kan ogräsreglering skötas gemensamt genom att man kupar upp jord mot plantorna (Ögren & Jonsson). Den långsamma utvecklingen gör också att näringsbehovet inte är så stort i början av kulturtiden. Sammansättningen av föregående grüngödsling alternativt stallgödslet vid grundgödsling bör därför resultera i en långsam näringsfrigörelse (Ögren & Jonsson 2015). Med sin långa kulturtid och skörd in på senhösten (Israelsson 2018), kan skördearbetet sammanfalla och därmed effektiviseras. Eftersådda fånggrödor är därför inte möjligt, då följande i regel behöver komma i jorden senast i början av september för att få en god etablering (Aronsson et al. 2012).

År 4 odlas växtfamiljerna Asteraceae och Chenopodiaceae. Sallat, betor, mangold och spenat har korta kulturtider och är därför lämpliga att odla och skörda i tidiga och sena omgångar med varandra (Israelsson 2018). Den korta kulturtiden förutsätter dock att växtnäringen finns lättillgänglig, vilket kan regleras genom att gödsla med växtnäring som snabbt kan mineraliseras. Tillgången på kväve får dock inte vara för god, vilket istället kan hämma grödornas utveckling (Ögren & Jonsson 2015). Sallat och betor har måttliga näringskrav, vilket gör dem lämpliga att odla efter tärande grödor likt purjolök. Purjolök har i sin tur ett stort (men grunt) rotsystem och därmed ett högt förfruktsvärde, vilket lämpar sig för betor som är känsliga för kompakt jord (Ögren & Jonsson 2015). Kulturerna år 4 följs av en övervintrande fånggröda med havre och luddvicker för att undvika barmark, fixera kväve och därmed förse de näringskrävande kulturerna år 5 med kväve.

Fånggrödan från hösten år 4 fortsätter växa under försommaren år 5 tills sena omgångar av Brassicaceae och Cucurbitaceae planteras ut. För att undvika att klumprotsjuka uppförökas vid återanvändning av kålväxter i växtföljden (Ögren &

Jonsson 2015) bör placeringen av växtfamiljerna på skiftet från år 1 roteras år 4. För dessa näringskrävande familjer är växtnäringsbehovet i regel stort under hela kulturtid. Det bör därför ske en grundgödsling med stallgödsel eller grüngödsel före plantering, samt kompletteringsgödsling under kulturtiden (Ögren & Jonsson 2015). Vid sen skörd är risken stor att insådda fånggrödor inte hinner etablera sig (Aronsson et al. 2012). För att undvika näringsläckage kan exempelvis blomkålsplantor stå kvar på skiftet och själva agera fånggröda för att sedan brukas ner följande vår (Ögren & Jonsson 2015).

För att underlätta för såbäddsberedning år 7 och få bukt med de svårnedbrytbara skörderesterna likt kålstabbar, följs Brassicaceae och Cucurbitaceae av en helårsgüngödsling (Ögren & Jonsson 2015). Helårsgüngödslingen år 7 kan vara en blandning mellan sötväppling, vicker och rödklöver. Återigen är det viktigt att bedriva en noggrann nedbrukning av dessa grüngödslingsarter för att undvika att de kommer upp som ogräs i huvudgrödorna år 7 (Ögren 2016).

År 7 upprepas förekomsten av Apiaceae och Liliaceae i växtföljden, men utgörs istället av morötter och kepalök. För att undvika spridningen av de gemensamma växtskyddsproblemen mellan mottagliga växtslag i familjen Apiaceae (Ögren & Jonsson), placeras morötterna på den plats i skiftet som föregåtts av purjolök år 3. Löken placeras på den del av skiftet som bar palsternacka år 3. Gemensamt för lökväxter och morötter är behovet av mykorrhiza (Ögren & Jonsson 2015) vilket gör dem lämpliga att odla tillsammans på behörigt avstånd från Brassicaceae och Chenopodiaceae.

År 8 finns möjligheter att odla antingen grönsaker från Asteraceae, Chenopodiaceae eller en helårsgüngödsling som förfrukt till grödorna år 1 (Rölin 2003a). Antingen odlas korta kulturer av sallat, spenat och mangold som förfrukter till färskpotatis, vilka roteras från sin placering på skiftet år 4. Alternativt kan en helårsgüngödsling sås in vilket framförallt gynnar kålväxterna, gurkväxterna och färskpotatisen år 1, med en god markstruktur (Ögren & Jonsson 2015).

4. Diskussion & slutsats

Syftet med litteraturstudien var att ta fram ett underlag som kan understödja småskaliga ekologiska grönsaksodlare vid planering av växtföljder med flera avsalugrödor och ett effektivt näringsutnyttjande. Förutsättningarna kan variera kraftigt från företag till företag, exempelvis när det rör sig om tillgång till teknik, arbetskraft, odlingsarealer och växtnäringskällor. En viktig faktor vid planering av växtföljd kan exempelvis vara ifall odlaren har tillgång till stallgödsel eller inte. Vid bristande tillgång på stallgödsel kan det vara lämpligt att höja andelen grüngödsling och vall i växtföljden, och om stallgödsel finns att tillgå är behovet av att odla grüngödsling kanske inte lika stort, sett ur ett växtnäringsperspektiv (Båth 2015). Val av försäljningskanal kan avgöra vilka produkter som är aktuella, vilken kvalitet som är förväntad, och vilka kvantiteter som behöver produceras. Odlingsföretag som exempelvis säljer grönsakskassar behöver en stor variation i grödor, samt en kontinuerlig skörd av dessa. Mer specialiserade odlingsföretag har inte lika stora krav på diversitet, men desto större krav på kvalitet. För att besvara våra frågeställningar har vi tagit fram två växtföljder som skiljer sig åt när det kommer till odlingsintensitet, diversitet bland avsalugrödor och andel vall och grüngödsling.

Huvudgrödorna i växtföljderna (Figur 2 & figur 3) har stor variation i rotdjup, vilket bidrar till ett mer effektivt näringsutnyttjande i odlingssystemet. Variation mellan sådda och utplanterade kulturer, annuella och perenna grödor samt av bredsådda och radodlade grödor bidrar till att minska ogrästrycket i växtföljden. Växtföljderna är även anpassade för att gynna mykorrhiza och tar hänsyn till regelverk kring ekologisk certifiering. Båda växtföljderna har en stor mängd näringskrävande avsalugrödor, men också en förhållandevis hög andel närande grödor, vilka kan

hjälpa till att balansera det stora näringsbehovet. Trots den höga andelen vall och gröngödsling tror vi att små givor av stallgödsel kan gynna avkastning och kvalitet för många av avsalugrödorna i förslagen (Figur 2 & 3).

Åtgärder för att minska växtnäringsförlusterna i växtföljderna (Figur 2 & 3) sker via fånggrödor, vilka framförallt placeras efter tidiga kulturer eller efter grödor med stor mängd skörderester. Då utlakningsrisken av odlingsmark är som störst på hösten (Båth 2008; Fogelfors 2015) har vi planerat för vallbrott och nedbrukning av gröngödslingsgrödor på våren. På så sätt undviks även barmark under vinterhalvåret. Det är också viktigt att tänka på att sprida eventuella stallgödselgivor vid en lämplig tidpunkt för att minska risken för kväveläckage och för att möta avsalugrödornas behov när det inträffar (Delin & Engström 2014; Rölin 2015b; Båth 2015). Med tanke på den frekventa odlingen av gröngödsling och fånggrödor ställer båda växtföljderna krav på tillgång till maskiner eller redskap som kan sönderdela och bruka ned skörderester i marken då gröngödslingsgrödor odlas under flera av de i växtföljden ingående åren. Om anpassad utrustning inte finns att tillgå resulterar den manuella sönderdelningen och nedbrukningen av gröngödslingen att bli ytterst problematiskt och tidskrävande.

Att frekvent odla gröngödslingsgrödor ur Fabaceae-familjen i växtföljderna kan riskera att leda till uppförökning av skadegörare likt nematoder (Fogelfors 2015; Nilsson et al. 2015; Holstmark 2016; Mellqvist 2019). Men uppgifter om i hur pass stor utsträckning detta sker i olika gröngödslingsgrödor är svårt att hitta. Möjlig uppförökning av nematoder kan dessutom orsaka skada i mottagliga kulturer som morot och lök i växtföljden (Nilsson et al. 2015). För att minimera denna risk har vi valt att inte odla avsalugrödor som ärt och böna i växtföljden. Därefter handlar det främst om att göra kloka sortval. Gröngödslingen kan också ersättas av sanerande grödor eller spannmål för att minska smittotrycket (Rölin 2015a).

Valet att etablera en flerårig vall i växtföljd 1 (Figur 2) grundar sig på vallens positiva effekter på jordstruktur, växtnäringshushållning, minskad risk för utlakning och att det kan hindra uppförökning av vissa ogräsarter (Ascard 2003; Ögren 2016). Får vallen gå i blom kan den dessutom gynna pollinatörer och fungera som en skyddad miljö för nyttodjur (Ögren 2016). Den lägre andelen vall i växtföljd

2 (Figur 3) ger utrymme för fler avsalugrödor och en större variation men med detta kommer också ett större behov av god planering för att få det att fungera. Eftersom växtfamiljerna återkommer mer än en gång i växtföljden gäller det att dokumentera exakt var grödorna odlas för att fortfarande ge utrymme för ett uppehåll på 8 år innan en växtfamilj återvänder till samma plats.

En potentiell nackdel med växtföljd 1 (Figur 2) är att år 7 kan innebära ett stort ogrästryck. Både morötter och lök har dålig konkurrenskraft mot ogräs (Ögren & Jonsson 2015) och det stora bekämpningsbehovet innebär att mycket tid troligtvis behöver läggas ned på ogräsbekämpning. Utplantering av lök kan vara att föredra framför sådd, och det är fördelaktigt om företaget som odlar efter växtföljd 1 har tillgång till effektiva redskap eller maskiner för ogräsbekämpning som inte heller packar jorden och stör mykorrhizan.

Gröngödslingen i växtföljd 1 (Figur 2) och växtföljd 2 (Figur 3) kompenserar för en stor del av näringsbortförseeln i odlingen, men vi förutspår att det ändå kommer vara nödvändigt att tillföra stallgödsel, speciellt för kulturer med ett högt kaliumbehov för att uppnå önskad kvalitet i odlingen. Med en andel vall och gröngödsling på 42 % i växtföljd 1 (Figur 2) tror vi att det räcker att tillföra stallgödsel på endast 2 av 7 fält, medan behovet i växtföljd 2 (Figur 3) kommer vara snäppet högre med tanke på de intensiva skiftena. Att vi rekommenderar en väldigt sparsam gödsling i växtföljd 1 (Figur 2) baseras på den höga kvävefixeringsgraden och på ekonomiska överväganden. Fånggrödor och gröngödsling kan vara kostsamt men vid en begränsad tillgång till stallgödsel kan det vara en god idé. För att det ska ses som lönsamt med gröngödsling måste odlaren komma ihåg att se till alla dess goda egenskaper i växtföljden, och inte bara kvävefixeringen.

Att välja gödselmedel är inte helt lätt och för en småskalig odlare är det inte alltid möjligt att tillfredsställa varje enskild kulturs behov. I första hand gäller det istället att se till vilka organiska gödselmedel som finns tillgängliga på gården, eller på närliggande gårdar. Istället för att se till varje kulturs individuella växtnäringsbehov kan det ibland vara nödvändigt med en gemensam gödsling av hela skiften eller fält. Speciellt om ett skifte inte utgörs av en, utan flera kulturer som i växtföljd 2 (Figur 3). Den ekologiska odlingen ser gärna till markens bördighet som en helhet,

i motsats till den konventionella odlingen som har större möjligheter till styrning med mineralgödselmedel (Fortier 2014; Andersson et al. 2020). Även om det individuella växtnäringsbehovet för varje kultur inte kan tillgodoses så är det enligt Båth (2015) viktigt att tänka på när grödornas växtnäringsbehov inträffar, för att kunna möta det med när näringen i det organiska materialet mineraliseras och blir växttillgängligt. C/N- kvoten i stallgödsel och grüngödsling kan vara en indikator på hur snabbt nedbrytningen kommer ske. Stallgödsel med stor andel strömedel inblandat och grüngödslingblandningar med stor andel gräs har en hög kvot kol i relation till kväve vilket leder till en långsammare frigörelse av kväve (Delin & Engström 2014; Ögren 2016)

Tillförseln av stallgödsel till växtföljderna (Figur 2 & figur 3) ges inte som kompletteringsgivor i växande gröda, utan sprids på våren innan sådd eller utplantering av utvalda avsalugrödor. Utan tillgång till maskiner kan det dessutom bli svårt att sprida stallgödselmedel som inte är i fast form. Ett gödselmedel med hög halt kalium i relation till kväve och fosfor kan vara att föredra, och enligt tabell 3 skulle förslagsvis ett fast fårgödsel eller hästgödsel fungera bra vid grundgödsling i den småskaliga grönsaksodlingen. Vid behov av kompletteringsgödsling kan det tillföras som exempelvis pelleterad ekogödsel.

Forskning om grüngödsling är både pågående och aktuell, men den största prioriteten har hittills varit att undersöka kvävefixeringsgrad, näringsinnehåll och eventuell övervintringsmöjlighet. Vi ser ett behov av att forska mer om uppförningsrisk och växtskydd i allmänhet hos grüngödslingsgrödorna. I dagsläget är det svårt att lägga upp en 8-åring växtföljd fylld med grüngödsling och samtidigt känna sig trygg med att populationerna av skadegörare inte kommer att uppföras med hjälp av dessa.

Utifrån vår litteraturstudie anser vi att det är möjligt att planera för en växtföljd baserad på organiska växtnäringskällor i syfte att minska näringsförlusterna och bibehålla en näringseffektiv produktion i ekologiska grönsaksodlingar. Detta påstående står dock utanför den ekonomiska lönsamheten som är svår att uttala sig om enbart utifrån resultaten i denna studie.

Referenser

Adelsköld, N. (1991). Odla köksväxter på friland. Stockholm: LT:s förlag

Andersson, L. (2020). Ogräs på odlad mark. Jönköping: Jordbruksverket.

<https://www2.jordbruksverket.se/download/18.3d90b17b1756c643e06163b8/1603870322679/be29.pdf>

Andersson, E., Kvarnmo, P., Malgeryd, J., Hjelm, E., Stenberg, M., Listh, U., Börling, K., Jonsson, P. & Johansson, C. (2020). Rekommendationer för gödning och kalkning 2021. (Jordbruksinformation 12, 2020). Jönköping: Jordbruksverket.

https://www2.jordbruksverket.se/download/18.dc97d8e176cea4b0ec29b80/1609846154443/jo20_12.pdf

Aronsson, H., Bergkvist, G., Stenberg, M. & Wallenhammar, A-C. (2012). Gröda mellan grödorna – samlad kunskap om fånggrödor (2012:21). Jönköping: Jordbruksverket.

https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapport/er/ra12_21.pdf

Ascard, J (2003) Ogräsreglering i ekologisk grönsaksodling. (Ekologisk odling av grönsaker på friland). Jönköping: Jordbruksverket.

http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo03_21.pdf

- Ascard, J. & Björkholm, A-M. (2014). Teknik för småskalig grönsaksodling. (Jordbruksinformation 7, 2014). Jönköping: Jordbruksverket
https://www2.jordbruksverket.se/download/18.37e9ac46144f41921cd14efc/1401281142295/jo14_7v3.pdf
- Ascard, J., Håkansson, B. & Söderlind, M. (2020). Ekonomi i grönsaksodling på friland – kalkyler för olika grödor och typföretag. Jönköping: Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/download/18.358a4456173aa819c99977c2/1596440208489/jo20_3.pdf
- Björkholm, A-M. (2016). Hushållningssällskapets utbildningsmaterial för stadsbruksodlare. Hushållningssällskapet.
<https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/lapf/stadsbruk/utbildning.pdf>
- Burton, C H. & Turner, C. (2003). Manure Management - Treatment strategies for future sustainable agriculture. Bedford: Silsoe research institute
- Båth, B. (2008). Växtnäringsförsörjning och gödsling i ekologisk grönsaksodling. Jönköping: Jordbruksverket.
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p7_15.pdf
- Båth, B. (2015). Växtnäringsförsörjning. Ekologisk odling av grönsaker på friland. Jönköping: Jordbruksverket.
<https://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d65a05/1434627356604/>
- De Ponti, T., Rijk, B. & Van Ittersum, M.K. (2012). The crop yield gap between organic and conventional agriculture. Agricultural Systems. Volume 108, April 2012, Pages 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.12.004>

- Delin, S. & Engström, L. (2010). Timing of organic fertiliser application to synchronise nitrogen supply with crop demand. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 60:1, 78-88.
<https://doi.org/10.1080/09064710802631943>
- Delin, S. & Engström, L. (2014). Att sprida organiska gödselmedel. (Jordbruksinformation 9, 2014). Jönköping: Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/download/18.37e9ac46144f41921cd13ecb/1401102343829/jo14_9.pdf
- Dock Gustavsson, A-M. (2003). Ogräs och ogräsreglering i ekologisk grönsaksodling. - Ogräsarternas biologiska egenskaper. (Ekologisk odling av grönsaker på friland). Jönköping: Jordbruksverket.
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo03_21.pdf
- Eriksson, J., Dahlin, S., Nilsson, I. & Simonsson, M. (2015). Marklära. 1:4 uppl., Lund: Studentlitteratur AB
- Eskilsson, J. (2013). Gödsel och miljö 2014. Vägledningsmaterial för – lagring och spridning av gödsel – höst- och vinterbevuxen mark. Jönköping: Jordbruksverket.
<https://www2.jordbruksverket.se/download/18.58d0e6f14ba6c5012315d45/1424439162271/ovr206v2.pdf>
- Evert R.F. & Eichhorn S.E. (2013). *Raven Biology of Plants*. 8. uppl. New York: W. H. Freeman and Company
- Fogelfors, H. (2001). Växtproduktion i jordbruket. Natur & Kultur/LT:s förlag & Sveriges Lantbruksuniversitet.

- Fogelfors, H. (2015). Vår mat, Odling av åker- och trädgårdsgrödor. Biologi, förutsättningar och historia. Lund: Studentlitteratur
- Fortier, J-M. (2014). The market gardener - A successful grower's Handbook for Small-Scale Organic Farming. Canada: New Society Publishers
- Fageria, N. K. (2007). Green Manuring in Crop Production, Journal of Plant Nutrition, 30:5, 691–719. <https://doi.org/10.1080/01904160701289529>
- Granstedt, A. & Johansson, W. (2003). Markens egenskaper och markvård i ekologisk grönsaksodling. Jönköping: Jordbruksverket.
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p7_19.pdf
- Hammar, O. (1999). Växtodling 1. Marken. Stockholm: Natur & Kultur/LTs förlag.
- Hansson, A. (2004). Gröngödsling i ekologisk odling. Jönköping: Jordbruksverket.
- Heimer, A. (2009). Ogräsbekämpning i ekologiskt lantbruk – möjligheter och begränsningar. Centrum för uthålligt lantbruk, Sveriges lantbruksuniversitet.
https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/epok/aldre-bilder-och-dokument/publikationer/ograsbekampning_i_ekologiskt_lantbruk-web.pdf
- Holstmark, K. (2016). Ekologisk odling av ärtor. (Jordbruksinformation 10, 2016) Jönköping: Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/download/18.776e3c8153cbc1285977d47/1459498827971/jo16_10.pdf

Hushållningssällskapet. (u.å). REKO-ringar i Sverige.

<https://hushallningssallskapet.se/forskning-utveckling/reko/> [2021-03-01]

Israelsson, L. (2018). Handbok för köksträdgården. Lettland: Livonia Print

Jordbruksverket (2017). Trädgårdsodlingens branschstruktur 2014. Statistik från Jordbruksverket. Statistikrapport 2017:02.

<https://jordbruksverket.se/download/18.5b2259aa171e77bf76cc1529/1588914007482/201702.pdf>

Jordbruksverket. (2020a). Jordbruksmarkens användning 2020. Sveriges officiella statistik. Statistiska meddelanden. JO 10 SM 2001. Jönköping:

Jordbruksverket

https://www.scb.se/contentassets/2e011f0876324b1a918c1e70b5ef088a/jo0104_2020a01_sm_jo10sm2001.pdf

Jordbruksverket. (2020b). Övergödning och läckage av växtnäring.

<https://jordbruksverket.se/jordbruket-miljon-och-klimatet/overgodning-och-lackage-av-vaxtnaring> [2021-02-25]

Jordbruksverket. (2021). Om ekologisk produktion.

<https://jordbruksverket.se/jordbruket-miljon-och-klimatet/ekologisk-produktion> [2021-03-01]

Jouzi, Z., Azadi, H., Taheri, F., Zarafshani, K., Gebrehiwot, K., Van Passel, S., & Lebailly, P. (2017). Organic Farming and Small-Scale Farmers: Main Opportunities and Challenges. Ecological Economics. Vol 132, Feb 2017, s. 144-154. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.10.016>

- Kaleem Abassi, M., Hina, M., Kalique, A., Razaq Khan, S. (2007). Mineralization of Three Organic Manures Used as Nitrogen Source in a Soil Incubated under Laboratory Conditions, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38:13-14, 1691-1711.
<https://doi.org/10.1080/00103620701435464>
- Kirchmann, H., Kätterer, T. & Bergström, L. (2008). Nutrient Supply in Organic Agriculture – Plant Availability, Sources and Recycling. *Organic Crop Production - Ambitions and Limitations*. Dordrecht: Springer.
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-1-153>
- KRAV. (2020). Hur ser kraven på växtföljden ut? <https://www.krav.se/faqs/hur-ser-kraven-pa-vaxfoljden-ut/> [2021-03-11]
- KRAV. (2021). Regler: Växtodling: 4.6 Markbördighet och växtnäringshushållning. <https://regler.krav.se/unit/krav-article/da71e3f4-2c00-47c5-932b-bc12c8327749?segment=V%C3%A4xtodling> [2021-03-01]
- LRF. (2019). Nationella riktlinjer för ekologisk produktion. Version 5, 2019-09-13.
- Litorell, O. (2005). Fjäderfärgödsel - en värdefull resurs. Jönköping: Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo05_13.pdf
- Malgeryd, J. & Persson T. (2013). Hästgödsel - en naturlig resurs. Jönköping: Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo13_5.pdf

- Mellqvist, E. (2019). Att förebygga växtskyddsproblem. Jönköping: Jordbruksverket.
<https://www2.jordbruksverket.se/download/18.ba9742616aa4b5df73c7ca0/1557727722042/ovr487.pdf>
- Mohler, C. L. & Johnson, S.E. (2020). Crop rotation on organic farms. Sustainable Agriculture Research and Education & Plant and Life Sciences Publishing. <https://www.sare.org/wp-content/uploads/Crop-Rotation-on-Organic-Farms.pdf>
- Naturvårdsverket. (2020). Utsläpp av ammoniak till luft.
<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Ammoniak-utslapp-till-luft/> [2021-02-25]
- Nilsson, U. (2007). Ekologisk odling av grönsaker, frukt och bär – hinder och möjligheter för framtida utveckling. (Ekologiskt lantbruk nr 49. Mars 2007) Centrum för uthålligt lantbruk.
<https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/epok/aldre-bilder-och-dokument/publikationer/ekolantbruk49.pdf>
- Nilsson, U. (2014). Växtskyddets grunder. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Växtskyddsbiologi.
https://pub.epsilon.slu.se/11944/7/nilsson_u_red_150225.pdf
- Nilsson, U. Rännbäck L-M. & Rämert, B. (2015). Växtskydd. (Ekologisk grönsaksodling på friland) Jönköping: Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d6596a/1434627330550/p10_10.pdf

- Rahbek Pedersen, T. (2004). Odlingsbeskrivningar - Spannmål. Höstvete, råg, rågvete, speltvete, vårvete, korn och havre. (Ekologisk växtodling, 2004). Jönköping: Jordbruksverket.
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p8_15_1.pdf
- Rahbek Pedersen, T. & Dock Gustavsson A-M. (2007). Rotogräs - Råd i praktiken. Jönköping: Jordbruksverket.
<https://djur.jordbruksverket.se/download/18.51c5369e120aee363f080002380/1370040739603/rotoqr%C3%A4s.pdf>
- Roempke, G. (2004). Växtföljder i ekologiskt lantbruk. (Ekologisk växtodling) Jönköping: Jordbruksverket.
- Rölin, Å. (2003a). Växtföljd i ekologisk grönsaksodling. (Ekologisk odling av grönsaker på friland) Jönköping: Jordbruksverket.
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p7_7.pdf
- Rölin, Å. (2003b). Växtnäringsbalans i ekologisk odling. Ekologisk produktion av grönsaker. Jönköping: Jordbruksverket.
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p7_9.pdf
- Rölin, Å. (2015a). Växtföljd. (Ekologisk grönsaksodling på friland) Jönköping: Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d65995/1434627342115/p10_6.pdf

- Rölin, Å. (2015b). Växtnäringsbalans. Ekologisk produktion av grönsaker. Jönköping: Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d65c45/1434627363676/p10_8_4.pdf
- Röös, E., Sundberg, C., Salomon, E., & Wivstad, M. (2013). Ekologisk produktion och klimatpåverkan - en sammanställning av kunskapsläge och framtida forskningsbehov. Uppsala: SLU EPOK.
https://pub.epsilon.slu.se/11271/7/roos_e_150213.pdf
- SCB. (2019). Skörd för ekologisk och konventionell odling 2019. Spannmål, trindsäd, oljeväxter, matpotatis och slättervall. Sveriges officiella statistik. Statistiska meddelanden. JO 14 SM 2001. SCB, Jordbruksverket.
https://www.scb.se/contentassets/e6b010e7cfc74be692e299e7c63b321e/jo0608_2019a01_sm_jo14sm2001.pdf [2021-03-01]
- Suhr, K. (1997). Ekologiskt lantbruk, Introduktion. Stockholm: LT:s förlag
- Sveriges miljömål. (u.å). Miljömålen
<https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/> [2021-03-10]
- Weibulls. (u.å.). Jordförbättring
<https://weibulls.com/information/artiklar/jordforbaettring-laemnar> [2021-03-02]
- Wivstad, M. Salomon, E, Spångberg, J. & Jönsson, H. (2009). Ekologisk produktion – möjligheter att minska övergödning. Centrum för uthålligt lantbruk, Sveriges lantbruksuniversitet.
<https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/epok/aldre-bilder-och-dokument/publikationer/eko-prod-overgodning-syntes-web.pdf>

- Wretling Clarin, A. (2010). Hållbar konsumtion av jordbruksvaror – vad får du som konsument när du köper närproducerat? Jönköping: Jordbruksverket.
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapport/ra10_19.pdf
- Ögren, E., Rölin, Å., Ivarsson, P., Persson, G. & Ekerwald, L. (2003).
Odlingsbeskrivningar för ekologiska grönsaker. (Ekologisk odling av grönsaker på friland). Jönköping: Jordbruksverket.
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p7_24.pdf
- Ögren, E. (2007). Odlingsystem – odling i markbädd, avgränsad bädd och kruka. (Ekologisk odling i växthus). Jönköping: Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/P9_7.pdf
- Ögren, E. & Jonsson, P. (2015). Odlingsbeskrivningar. (Ekologisk grönsaksodling på friland). Jönköping: Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/download/18.6158fe7914f8dfce46a8f47c/1441265400554/p10_12.pdf
- Ögren, E. (2016). Gröngödsling. (Ekologisk odling på friland). Jönköping: Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/download/18.48700df7158ff36c89e51d0b/1481809410500/p10_7v3.pdf

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.